

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Berlin. — Direktor: Geh.-Rat
Prof. Dr. O. Lubarsch.)

Auspflanzungsversuche mit Schneidezähnen (Kaninchen).

Von

Dr. Shige-ie Yumikura aus Japan (Osaka).

Mit 26 Textabbildungen.

(Eingegangen am 10. August 1924.)

Einleitung.

Es kommt oft unter pathologischen Verhältnissen vor, daß in der Pulpahöhle des Zahnes Zement gebildet wird. Da die eigentlichen zementbildenden Zellen, die Zementoblasten, außerhalb der Pulpahöhle sich befinden, so wurde die Frage aufgeworfen, welche Zellelemente des Zahnes sich bei der Bildung des Zementes in der Pulpahöhle beteiligen. Nach den Untersuchungen von *Euler* sollen die Odontoblasten der Pulpahöhle, welche ebenfalls wie die Zementoblasten mesodermaler Herkunft sind, durch Umwandlung die Fähigkeit bekommen, Zement zu bilden. *Shmamine* teilt in seiner Arbeit über sekundäres Zement diese Ansicht nicht, denn er hat das neugebildete Zement nicht isoliert in der Pulpahöhle gefunden. Er konnte es bis zur Wurzelspitze verfolgen, und daher ist das Zement seiner Auffassung nach von den an der Wurzelspitze befindlichen Zementoblasten gebildet worden. *Fischer* und *Zielitz* sind der gleichen Auffassung.

Ich habe versucht, festzustellen, ob eine Umwandlung der Odontoblasten überhaupt möglich sei, und zwar auf dem Wege der Anstellung von Gewebskulturen. Zu diesem Zweck habe ich auf Veranlassung des Herrn Geh. Rat Prof. *Lubarsch* und unter seiner Aufsicht und Nachprüfung die nachfolgenden Versuche angestellt. Anschließend an diese Arbeit habe ich auch versucht, die Beziehungen zwischen den Geschwulstbildungen, die aus dem Zahngewebe ihren Ausgang nehmen und den darin beteiligten Zahnbestandteilen näher zu prüfen.

Die Auspflanzung der Schneidezähne des Kaninchens.

Zur Explantation des Zahngewebes habe ich die unteren Schneidezähne erwachsener Kaninchen verwendet. Die Tiere waren meistens im Alter von 2—5 Monaten. Ehe ich auf die Beschreibung der Befunde übergehe, ist es zweckmäßig, eine makro- und mikroskopische

Beschreibung der Nagezähne, die ich selbst untersucht habe, zu geben, da die bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen ungenügend sind.

Wie bekannt, gehören die Kaninchen (*Lepus cuniculus*) zu den Leporiden und haben folgende Zahnformel ($1 \frac{2}{1} C \frac{0}{0} pm \frac{3}{2} M \frac{3}{3}$).

Makroskopischer Bau der unteren Nagezähne.

Die beiden unteren Incisivi sitzen im Körper des Unterkiefers und berühren beim Kauakt die hintere Fläche der oberen Schneidezähne. Sie haben die Form eines fast halbkreisförmigen vierseitigen Hohlprismas mit meißelförmig schrägem Vorderende und offener Pulpahöhle am Wurzelende. Die äußere von Schmelz bekleidete Vorderseite ist völlig platt oder etwas gewölbt und glatt. Die hintere Fläche ist durch eine seichte Rinne markiert, die dieselbe in zwei Teile nach der Längsseite trennt. Die seitlichen Flächen laufen nach hinten zusammen, so daß der Querschnitt meist trapezförmig ist. Die seitliche mediale Fläche ist etwas größer als die laterale. Beide zeigen eine gewisse Konvexität, besonders die laterale. Die Kanten sind meistens stumpf, nur die mediale Fläche mit der vorderen bilden eine scharfe Kante. Die von vorn nach hinten meißelförmige Zahnkrone hat eine Trapezform, deren medialer Rand am längsten ist, dann folgen der Länge nach der laterale und zuletzt der hintere Rand. Der vordere mit dem medialen Rand bilden einen spitzen Winkel, die anderen sind mehr stumpf. Das die Pulpahöhle umschließende Hohlprisma wird wurzelwärts mehr und mehr verdünnen, so daß dieselbe an dem Zahnwurzelteil papierdünn ist. Die Schneidezähne sind vorn bis zur Hälfte, hinten bis zu zwei Dritteln ihrer Länge von den Alveolen des Unterkiefers umgeben, ebenfalls medial etwas mehr als lateral. Die vordere Alveolarfläche ist rauh und zeigt kleine punktförmige Öffnungen, die sich weiter vergrößern, besonders in der Nähe der Zahnwurzel. Die Wurzelspitze des Schneidezahnes befindet sich in der Nähe des Foramen mentalis. Die Innenseiten des Alveolarfaches sind meistens glatt, nur die hintere Fläche ist rauh, und zwar durch rhagadenartige Vertiefungen in ihrer Längsrichtung.

Mikroskopischer Bau der unteren Nagezähne.

Methodik. Gleich nach der Tötung des Kaninchens meistens durch Lufterembolie, wird der Zahn ausgezogen oder gemeinsam mit dem zugehörigen Unterkiefer teil herausgeschnitten. Die Fixierung wird mit Alkohol, Formalin und Müller-Formol vorgenommen. Die Entkalkung wird mit 5 proz. Trichloressigsäure bei Zimmertemperatur ausgeführt. Die Einbettung geschah in Paraffin oder Celloidin. Die Quer- und Längsschnitte habe ich nach von *Gieson*, *Unna-Pappenheim*, *Hämatoxylin-Eosin* und *Giemsa* gefärbt. Schliffpräparate habe ich nur einige ausgeführt, da dieselben für meine Versuchszwecke keine bedeutende Rolle spielen.

Die Struktur des Zahnbeins (Dentin).

Das Zahnbein stellt die Hauptmasse des Zahnes dar und umschließt in Form eines Hohlprismas die Pulpahöhle, dessen Wände sich wurzelwärts mehr und mehr verdünnen, wie es aus den Querschnitten hervorgeht. Die Form des Querschnittes ist trapezartig, die vordere Wand desselben am breitesten, die hintere am kürzesten. Die mediale Wand ist länger als die laterale, und beide zeigen eine leichte Konvexität in ihrem Verlauf. Der vordere laterale und hintere mediale Winkel sind abgerundet. An der äußeren Oberfläche ist das Dentin zum Teil freigelegt, hier sind auch kleine rundliche bis zur Pulpahöhle verfolgbare, manchmal untereinander in Verbindung stehende Hohlräume zu beobachten (Abb. 1).

Das Dentin zeigt eine deutliche konzentrische Schichtung und wird durchzogen von den Dentinkanälchen. Am Wurzelende ist das Dentin fast papierdünne und enthält keine Dentinkanälchen. Die Zahnbeinkanälchen zeigen in verschiedenen Abschnitten einen ungleichen Verlauf. Im Wurzelteil sind sie horizontal gelagert und richten sich gegen die Krone hin ziemlich auf. Von der Pulpahöhle gehen die Kanälchen speichenförmig aufwärts zum Rand des Zahneinges, indem sie sich verästeln, nachdem sie sich vorher durch feine Seitenprossen miteinander in Verbindung gesetzt haben. Während die Verzweigungen an der vorderen Wand des Zahnes bis hart an die Dentinschmelzgrenze zu verfolgen sind, enden dieselben an den hinteren und seitlichen Wänden bis kurz vor der Zementgrenze. Die Zahnbeinkanälchen zeigen an ihrem Querschnitt eine kreisrunde Begrenzungsschicht, die sog. Neumannsche Scheide. In den Zahnbeinkanälchen selbst sind die verlängerten Fortsätze der Odontoblasten zu beobachten. Das Dentin weist hier eine verkalkte und unverkalkte Schicht auf, die letztere ist besonders in der Nähe der Pula anzutreffen. Die verkalkten Stellen grenzen sich von den unverkalkten durch die Zahnbeinkügelchen ab. Nur im vorderen Teil der vorderen Wand der verkalkten Schicht sind viele verkalkte Globuli schon bei schwacher Vergrößerung zu beobachten. Die Zwischenräume derselben geben im Querschnitt die konzentrisch verlaufende, sog. Owensche Linie. In den anderen Verkalkungsstellen sind dieselben nicht zu sehen. Bei der Verfolgung der Verkalkungszone im Längsschnitt von der Krone bis zur Wurzelspitze kann man eine allmähliche Abnahme derselben beobachten und nur eine Kugelbildung antreffen. In der Wurzelspitze ist die Verkalkungszone gänzlich verschwunden. In dem Wurzelteil ist die Verschiedenheit des Verkalkungsgrades besonders ausgeprägt, wie es sich durch die Hämatoxylinfärbung äußert.

Die Struktur des Zementes.

Das Zement am unteren Kaninchenschneidezahn befindet sich nur an den seitlichen und hinteren Flächen und legt sich dem Dentin direkt an, während die vordere Fläche gänzlich von Schmelz eingenommen wird. Das Zement bedeckt nur die ganz äußersten Ränder des Schmelzes mit dünner Schicht, seitlich beginnt es allmählich dicker zu werden. Die seitlichen und hinteren Flächen sind sonst gleichmäßig von demselben bedeckt. In der Längsrichtung zeigt das Zement eine allmähliche Verdickung von der Wurzel zur Krone hin. Im Querschnitt zeigt das Zement einen verkalkten Teil und eine sog. unverkalkte Zone (*Shammine*). Das verkalkte Gewebe hat eine gitterartige Form durch die von Ebnerschen Fibrillenbündel (rot — *van Gieson*) verursacht, dessen Fortsätze auch in der sog. unverkalkten Zone anzutreffen sind. An der äußeren unverkalkten Zementoberfläche liegen die Zementoblasten, die regelmäßig angeordnet sind, und deren Längsachse parallel derjenigen des Zahnes gerichtet ist. An der Wurzelspitze

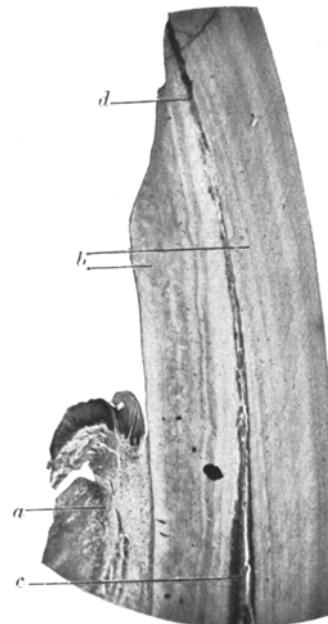


Abb. 1. Längsschnitt am Knochen teil. *a* = Alveolarwand. *b* = Dentinschicht. *c* = Pulpahöhle. *d* = Spongiöses Vasodentin. Leitz, Obj. 2, Ok. 1.

zeigen dieselben eine unregelmäßige Anordnung, und in der Nähe der Schmelzgrenze schrumpfen sie mehr oder weniger, nehmen in ihrer Zahl ab, und in dem überdeckenden Teil des Schmelzes verschwinden sie gänzlich. Bei Thioninfärbung des Zementes nach *Shmamine* kann man in dem alveolaren Teil die von Ebnerschen Fibrillen beobachten und als Saftkanälchen deuten, dagegen im kronen- und schmelzüberdeckten Teil sind dieselben nur als ein Saftlückensystem anzusehen. Sekundäres Zement beim Kaninchenschneidezahn war nicht anzutreffen. Die Bildung des Zementes kommt nach der Entstehung des Dentins.

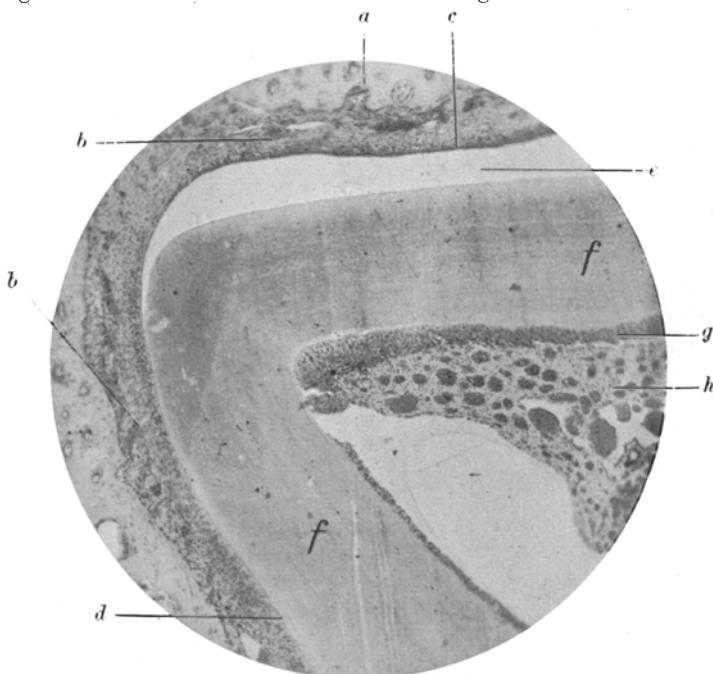


Abb. 2. Querschnitt in der Mitte des alveolaren Teiles. *a* = Knochenteil. *b* = Periodontium (Blutgefäß in Längsrichtung getroffen; radiärer Verlauf der Fasern; Verlauf der Fasern parallel der Schmelzoberfläche). *c* = Schmelzepithelschicht. *d* = Zementoblastenschicht. *e* = Entkalkte Schmelzschicht. *f* = Vordere und seitliche Wand des Dentins. *g* = Odontoblastenschicht. *h* = Galertartiges Pulpagewebe. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

Die Struktur des Schmelzes.

Der Schmelz umgibt nur die ganze Vorderfläche des unteren Schneidezahnes. Man kann hier eine verkalkte dem Dentin anliegende und eine unverkalkte Schicht unterscheiden. Die Schmelzschicht zeigt im Querschnitt eine stärkere Ausbreitung in der Mitte und eine allmähliche Verdünnung in den seitlichen Teilen der Vorderwand (Abb. 2).

a) Die unverkalkte Schicht.

Da bei diesen Zähnen eine fortwährende Abnutzung und weiteres Wachstum stattfindet, kann man daher besonders am Wurzelteil die unverkalkte Schicht deutlich beobachten. Dieselbe beginnt am Wurzelende und breitet sich nach

aufwärts allmählich sich verdickend bis ungefähr ein Drittel der Zahnlänge aus. Dort, wo sie aufhört, zeigt sich eine plötzliche Verdickung. Besonders ist diese Schicht bei Färbung des Zahnes nach *van Gieson* deutlich zu sehen, da sie eine gelbe Färbung annimmt. Im Wurzelteil zeigt sie eine deutliche Segmentierung.

b) Die verkalkte Schicht.

Dieselbe befindet sich zwischen dem Dentin und der unverkalkten Schicht, breitet sich allmählich in der Richtung zur Krone aus, und dort, wo die unverkalkte Schicht endet, verläuft sie weiter als eine einzige gleichmäßig dicke Schmelzschicht, wo sie durch die fortwährende Abnutzung des Dentins die Schneidekante

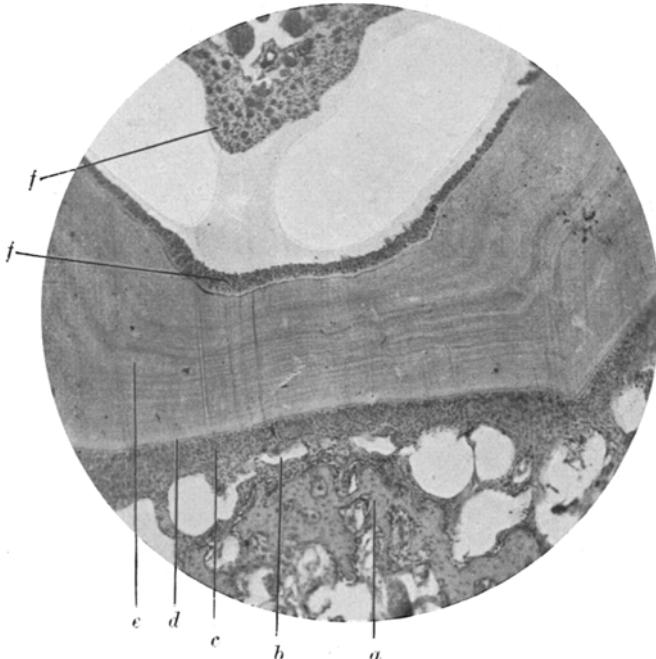


Abb. 3. Gleicher Querschnitt wie bei Abb. 2. *a* = Knochenteil. *b* = Querschnitt der längsverlaufenden, randständigen größeren Gefäße. *c* = Periodontium (radiärer Verlauf der Fasern). *d* = Zementoblastenschicht. *e* = Dentinschicht (hintere und seitliche Wände). *f* = Pulpagewebe. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

des Zahnes bildet. Bei der Entkalkung geht diese Schicht verloren, und daher ist in dem alveolaren Teil des Zahnes zwischen dem Dentin und der äußeren unverkalkten Schicht ein leerer Raum zu beobachten. Die Schmelzschicht bildet sich nach der Entwicklung des Dentins aus. An der Außenseite des Schmelzes im Wurzelteil befindet sich die Ameloblastenschicht. Bei der Untersuchung von Serienschnitten, in der Richtung von der Wurzel zur Krone, zeigt sich, daß anfangs die Ameloblastenschicht, die sich vorn und etwas seitlich ausbreitet, an ihren äußeren Grenzen nur mit der noch nicht ganz entwickelten Zementoblastenschicht in Berührung kommt. In den weiteren Schnitten kann man beobachten, wie die Zementoblastenschicht sich weiter auf Kosten der Ameloblasten ausbreitet und so einen Teil des Schmelzes überdeckt. Es bildet sich hier eine auch am

vorderen Wurzelteil liegende Zementschicht, die den Schmelz überdeckt und vor Ablösungen, die durch irgendwelche Insulte entstehen können, schützt.

Das Schmelzorgan und Ameloblastenschicht.

Das Schmelzorgan und Ameloblastenschicht liegen im Wurzelteil an der äußeren Seite des Schmelzes; die letztere breitet sich bis zur Durchbruchsstelle des Zahnes aus. Das Schmelzorgan liegt in der Nähe der Zahnwurzelspitze und stellt ein kolbenartiges Gebilde dar, dessen verbreiteter Grund nach unten kommt. Man kann im Schmelzorgan eine äußere, innere und mittlere Schicht unterscheiden (Abb. 4).

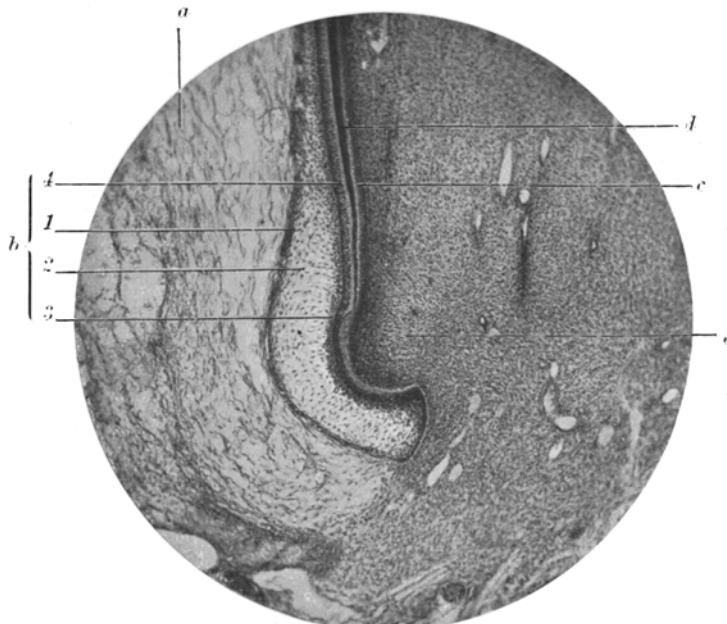


Abb. 4. Längsschnitt am vorderen Wurzelteil. *a* = Lockeres Bindegewebe. *b* = Schmelzorgan. *1* = Äußere abgeplattete Schmelzepithelien mit Blutgefäßen. *2* = Schmelzpulpa. *3* = Intermediäre Schicht. *4* = Innere zylindrische Schmelzepithelien. *c* = Unverkalktes Dentin. *d* = Odontoblasten. *e* = Zellreiche Wurzel-Pulpagewebe. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

Die mittlere Zwischenschicht.

Besteht aus sternförmigen Zellen mit Ausläufern, welche mit solchen des benachbarten Gewebes in Verbindung stehen und ein weitmaschiges Netzwerk bilden, welches ein schleimartiges Aussehen aufweist. Blutgefäße sind hier nicht zu beobachten.

Die äußere Epithelschicht.

Besteht aus platten Epithelzellen, die den bindegewebigen ähnlich sind und einen länglich-ovalen oder mehr abgeplatteten Kern enthalten. Vereinzelte Blutgefäße sind in dieser Schicht anzutreffen. An denjenigen Stellen, wo die unverkalkte Zone des Schmelzes beginnt, kommt die äußere mit der inneren Epithel-

schicht in Berührung. Die erstere kann bis zur Durchbruchsstelle des Zahnes noch weiter verfolgt werden, dabei zeigt sie hier keinen ununterbrochenen Verlauf; die Schicht wird hier bedeutend dünner, die Zellen mehr oder weniger kubisch, mit rundlichem Kern versehen.

Die innere Schmelzschicht.

Besteht anfangs aus länglich-ovalen Epithelzellen, die manchmal Mitosen aufweisen und zuletzt eine Zylinderform annehmen; die Kerne liegen an der basalen Seite der Zellen, auch ein Cuticularraum ist hier zu sehen. Zwischen dieser

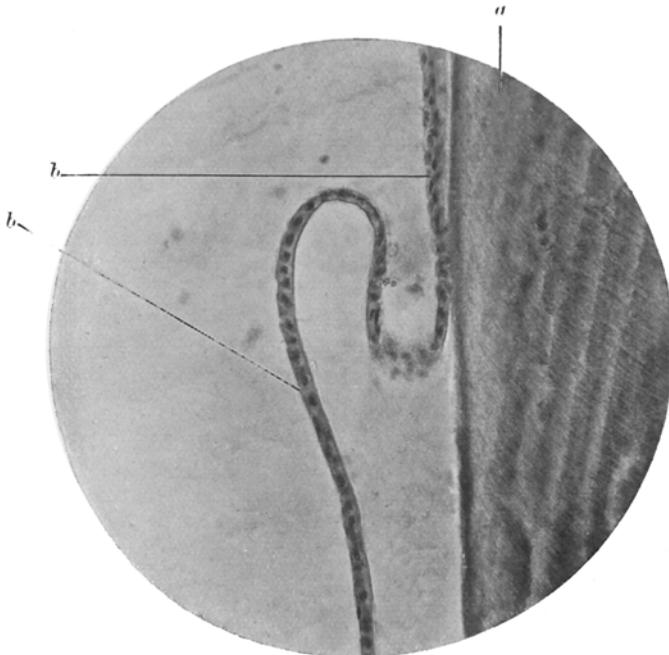


Abb. 5. Längsschnitt. *a* = Dentinschicht der vorderen Wand. *b* = Kubische und abgeplattete Schmelzepithelzelle. *c* = Entkalkte Schmelzzone. Leitz, Obj. 6, Ok. 1.

Schicht und Schmelzpulpa sind noch einige Epithelzellen zu sehen (*intermediäre Schicht*); hier kann man auch die von *Ebner* beschriebenen Epithelfasern sehen. Die oben beschriebenen Zylinderzellen sondern an organischen Zellen reiche Massen ab und können als Ameloblasten betrachtet werden. Die absondernde Substanz reicht bis zur Dentingrenze, wo der Verkalkungsprozeß seinen Anfang nimmt. Teilweise werden die Zylinderzellen durch die sezernierende Substanz zurückgedrängt. Bei der Verfolgung der Schmelzepithelschicht sind öfters lückenhafte Stellen anzutreffen, aber dieselben sind als Kunstprodukte anzusehen. Sie sind verursacht durch die noch nicht organisierte, sezernierende Substanz, die sich noch in einem kolloidalen Zustande befindet und beim Verkalkungsprozeß quillt und durch weitere Manipulationen die oben angeführten Lücken erzeugt. Bei der Weiterverfolgung dieser inneren Schicht von diesen Stellen bis zum Durchbruch des Zahnes kann man beobachten, daß die einschichtigen Zylinderzellen allmählich kubisch und schließlich abgeplattet werden (Abb. 5). Bei Betrachtung

von Serienquerschnitten kann man dort, wo die Zylinderzellen kubisch werden, eine Unterbrechung der äußeren Schicht beobachten, an deren Stelle kleine Blutgefäße sich befinden.

Der Bau der Zahnpulpa.

Die Form der Pulpa ist hornartig mit etwas schmäler geschnürter Basis. Ihr Inhalt ist nur im Wurzelteil bedeutend dichter. Die Farbe der isolierten Pulpa ist schwach rosarot, im Wurzelteil ist dieselbe nebelhaft weißlich, getrübt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man zuerst die Odontoblastenschicht, welche direkt dem unverkalkten Dentin anliegt. Die Zellen derselben sind von zylindrischer Form mit runden oder ovalen, stets pulpwärts gerichtetem Kern und einem Fortsatz, welcher von der Kuppe der Zelle ausläuft, und zwar in der Richtung zum Dentin. Durch die Färbung derselben nach *Unna-Pappenheim* wird ihr Zelleib rot-violett und ist dadurch leicht von den anderen Zellarten zu unterscheiden. Aufwärts zur Wurzelspitze sind die Zylinderzellen mehr kubisch und zuletzt unregelmäßig geordnet, mit rundem Kern, dabei sind hier manchmal Mitosen zu beobachten. Die normale Anordnung dieser Zellen geschieht erst nach der Formung der Schmelzepithelschicht und vor der normalen Anordnung der Zementoblasten. In der Odontoblastenschicht kann man Capillarendothelzellen beobachten, die die erstere in ihrem Verlauf kreuzen. Weiter nach innen zu kommt die sog. Weilsche oder kernarme Schicht. Dieselbe kann nicht in allen Präparaten verfolgt werden, besonders in denjenigen, die aus der Wurzelgegend stammen. In der gallertigen homogenen Grundsubstanz sind folgende Zellarten eingebettet:

1. Vieleckige Zellen, von welchen lange Fortsätze abgehen, die mit den Fortsätzen der Nachbarzellen in Verbindung stehen.
2. Spindelzellen, die sich bündelartig entlang der Gefäße und Nerven finden.
3. Rundzellen, besonders reichlich am basalen Teil der Pulpa. Im Wurzelteil sind Rundzellen, welche Mitosen aufweisen, anzutreffen. In der Gallertgrundsubstanz befinden sich Gefäße und Nerven.

Der Bau der Wurzelhaut.

Die Wurzelhaut, welche gemeinsam Alveole und Zahnwurzel auskleidet, besteht in der Hauptmasse aus derben Bindegewebfasern, die in Bündeln verlaufen. Beim Kaninchen sind dieselben besonders reichlich in den seitlichen und konkaven Schichten vorhanden, dagegen in der äußeren konvexen spärlich vertreten. Die Dicke der Wurzelschicht ist keine gleichmäßige, am dicksten ist sie im vorderen konvexen Teil. Hier sind die Fasern mehr locker angeordnet, und fast keine Fibrillen zu sehen. Die Sharpeyschen Fasern sind reichlich vorhanden, aber nur an der vorderen Fläche sind sie weniger anzutreffen (Abb. 6 und 7). Besonders reichlich sind dieselben und die Bindegewebsbündel in der Zahnhalsgegend, wo sie speichenförmig angeordnet sind. Weiter zu der Wurzelspitze wird der Winkel, unter dem die Bündel auf das Zement auftreffen, spitzer. Im Querschnitt kann man die Faserbündel besonders reichlich an den hinteren und seitlichen Flächen beobachten, wo sie einen radiären Verlauf haben; an der vorderen Seite sind die Faserbündel spärlich vorhanden und haben ebenfalls teilweise einen speichenförmigen Verlauf. Außerdem sind hier Bindegewebfasern zu beobachten, die parallel der Schmelzfläche verlaufen, und zwar beginnend von derjenigen Stelle, wo das Zement den Schmelz überdeckt. An den hinteren und seitlichen Wänden sind Bindegewebsbündel und Sharpeysche Fasern anzutreffen, die von der Knochensubstanz der Alveole herrühren und die radiär gerichteten Fasern unter stumpfem Winkel kreuzen und in solcher Weise eine

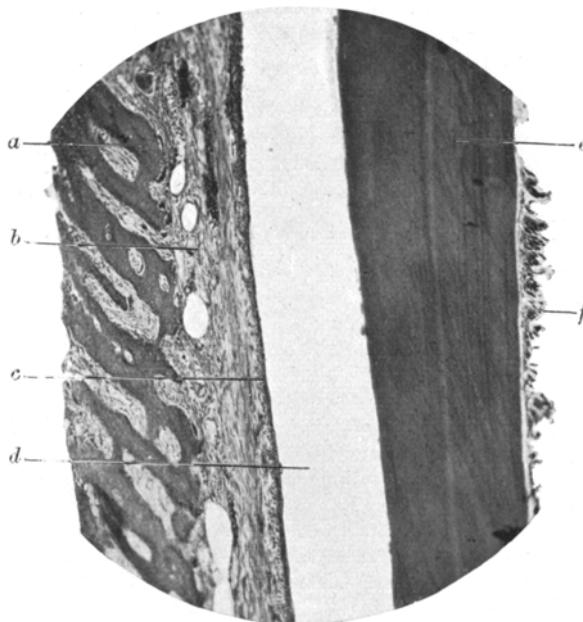


Abb. 6. Längsschnitt. *a* = Alveolarknochen. *b* = Periodontium. *c* = Schmelzepithelschicht (äußere und innere). *d* = Entkalkte Schmelzschicht. *e* = Dentin (vordere Wand). *f* = Pulpahöhle. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

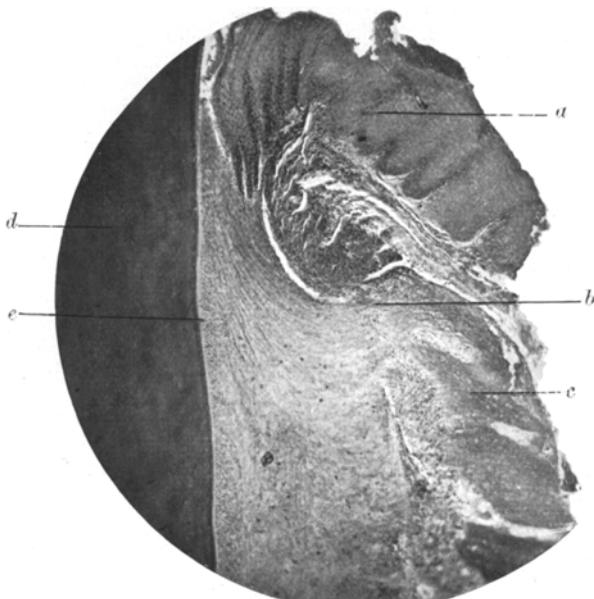


Abb. 7. Längsschnitt der hinteren Wand. *a* = Epithel. *b* = Scharpeysche Fasern. *c* = Alveolar-knochen. *d* = Dentin. *e* = Zementschicht. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

eigentliche zweite Schichtart bilden. In der Richtung zu der Wurzel spitze nimmt der schräge Verlauf der Fasern, die von der Knochenseite herrühren, eine mehr senkrechte Form an. In der Gegend der Wurzel spitze ist das Bindegewebe locker angeordnet, besonders an der vorderen Seite. Die größeren Blutgefäße in der Wurzelhaut verlaufen dicht an der Knochenwand parallel der Längsachse des Zahnes, die feineren in der gleichen Richtung aber nur an der äußeren Schmelzepithelschicht anliegend. Die großen Blutgefäße stehen mit denjenigen Gefäßen der Pulpa und Knochen an der Wurzel spitze in Verbindung.

Die Züchtungsversuche mit Zahngewebe.

Nachdem die normalhistologischen Untersuchungen am unteren Kaninchenschneidezahn ausgeführt worden sind und die Abweichungen von der Struktur des menschlichen Zahnes festgestellt waren, ging ich zu dem wichtigsten Teil dieser Arbeit, nämlich zu den Züchtungsversuchen über.

Methodik. Am schwierigsten gestaltet sich bei der Züchtung des Zahngewebes die Operationsmethode, da die zu züchtenden Gewebsstücke keimfrei sein müssen. Zu diesem Zweck habe ich das benutzte Zahnstückchen nicht aus der Mundhöhle, sondern von außen her entfernt. Das Kaninchen wird auf dem Operationstisch in Rückenlage gebracht, mit Hilfe von Bindestreifen, die an den oberen Incisivi angebunden sind, nach hinten gestreckt, so daß der Unterkiefer nach oben in zugängliche Stellung gebracht wird. Der untere Schneidezahn wird von außen her bis zur Alveole freigelegt und in folgenden Grenzlinien operiert. Medianwärts beginnend von der Sutura mandibularis (Verwachungsstelle der beiden Mandibulkörper), und zwar kronenwärts bis zu $\frac{1}{3}$ cm unterhalb des Alveolarrandes und wurzelwärts bis zu der Verbindungs linie der beiden Foramina mentalia. Seitlich wird die Grenzlinie von dem Foramen mentale parallel der medialen Linie, und zwar bis zur gleichen Höhe geführt. In diesem, durch die eben angeführten Linien, abgegrenzten Viereck kann man zwei Flächen, eine laterale und eine untere, unterscheiden. Die Resektion des Zahnwurzelteiles wird in zweifacher Weise ausgeführt. Einmal durch Abtragung mit Hilfe eines Schmelzschneiders, die oben abgegrenzten unteren und lateralen Flächen, oder es wird nur die laterale Fläche allein abgetragen und dann der Zahnwurzelteil mit Hilfe eines kleinen Raspatoriums durch Hebelwirkung entfernt. Meistens wird der Wurzelteil samt der Pulpa entfernt, gelingt es nicht, so wird die Pulpa nachträglich entnommen. Die letzte Operationsmethode hat den Vorzug, daß das Schmelzorgan meistens unversehrt bleibt. Der erhaltene Zahnteil samt Pulpa wird 3 mal in einer keimfreien Ringer-Lösung von Zimmertemperatur abgespült und in seiner Längsrichtung halbiert und eine Hälfte davon für Vergleichsversuche benutzt. Nach einer 2 bis 7 tägigen Pause wird in gleicher Weise der zweite Schneidezahn ebenfalls entfernt.

Ausgepflanzt wurden möglichst nur makroskopisch abgrenzbare Schichten, und zwar in folgender Zusammensetzung.

1. Weicher Zahnteil:

- a) Odontoblastenschicht + gallertartiges Pulpagewebe oder nur
- b) Gallertartiges Pulpagewebe oder
- c) Wurzelweichteile.

2. Harter Zahnteil:

- a) Schmelzorgan oder Schmelzepithelienschicht + harter Teil der vorderen konvexen Fläche + Periodontium oder

- b) Harter Teil (Dentin und Zementteil) + gemeinsames Pulpagewebe mit Periodontium, oder
- c) Harter Teil (Dentin und Zementteil) + Odontoblasten und Periodontium oder
- d) Harter Teil (Dentin und Zementteil) + Odontoblasten oder
- e) Harter Teil (Dentin und Zementteil) + Periodontium.

3. Zahnauskratzungen:

- a) Ausgekratzte Schmelzepithelienschicht mit teilweise mitgerissenem harten Teil und Periodontium,
- b) Ausgekratzte Odontoblasten mit teilweise mitgerissener Dentinschicht.

Die Isolierung der Schmelzepithelien und des Schmelzorganes von dem Wurzelteil des Zahnes, dessen vorderer konvexer Rand eine gallertartige Konsistenz aufweist, wird mit dem Zahnlöffelchen ausgeführt, indem von der gallertartigen Masse etwas Substanz abgetragen und in Ringer-Lösung gebracht wird. Ich habe versucht, die Odontoblasten für sich zu züchten, und zwar aus folgenden Gründen: 1. sind im Explantat neugebildete Bindegewebsfasern an der Wachstumszone den Odontoblasten sehr ähnlich und schwer voneinander zu unterscheiden. 2. hat sich gezeigt, daß die abgestorbenen Zellen im Explantat Autotoxine ausscheiden und dadurch die noch erhaltenen Zellen schädigen; züchtet man dagegen die Odontoblasten für sich, so wird diese toxische Wirkung auf ein geringstes Maß beschränkt 3. nach dem Herausziehen der Pula bleibt die Odontoblastenschicht allein an der Dentinwand (Abb. 8). Die Isolierung der Odontoblasten habe ich ebenfalls mit dem Zahnlöffelchen nach Herausziehung der Pula ausgeführt, dabei sind teilweise Teile der unverkalkten Schicht mitgerissen worden. Die Tomesschen Fasern haben die Odontoblasten selbstverständlich eingebüßt, aber der Zellkörper und Kern sind unversehrt und daher wahrscheinlich noch lebensfähig erhalten. Oft sind bei der Isolierung der Odontoblasten Capillarendothelien mitgerissen worden, die bei der Züchtung sich ebenfalls vermehren und mit den Odontoblasten verwechselt werden können, aber solche Endothelzellen waren sehr gering in ihrer Zahl. Außerdem habe ich die Odontoblasten mit anderen benachbarten Gewebesteinen gemeinsam gezüchtet, um die schädigenden Einflüsse auf das Wachstum, die durch die oben angeführte Isolierungsweise entstehen können, zu vermeiden. Alle Operationen, die zum Zweck der Züchtung vorgenommen waren, sind ohne irgendwelche Narkose ausgeführt worden. Das Blut wird mit einer Injektionsspritze aus dem Herzen des Tieres entnommen, sofort zentrifugiert in eine keimfreie Glaskammer gebracht und die betreffenden Gewebsstücke, meistens 3—5 in einer Kammer, die vorher auf einer sterilen Nadel aufgefangen und 3 mal in Ringer-Lösung gewaschen,

hinzugefügt. Nach der Gerinnung des Blutplasmas wird das Explantat im Blutschrank bei 37° aufbewahrt. Ich habe hier 2 Arten von Züchtung, nämlich die Auto- und Homoioexplantation, ausgeführt. Mit wenigen Gewebskulturen habe ich auch eine Übertragung in frischem Blutplasma vorgenommen.

Die *mikroskopische* Untersuchung wird schon 24 Stunden nach der Züchtung begonnen und so bis ca. 3 Wochen fortgesetzt. Die zur Untersuchung entnommenen Gewebsstücke werden in Susalösung, Müller-Formol, Alkohol absolut, Formalin und einige Präparate in der Orthschen Lösung fixiert. Die

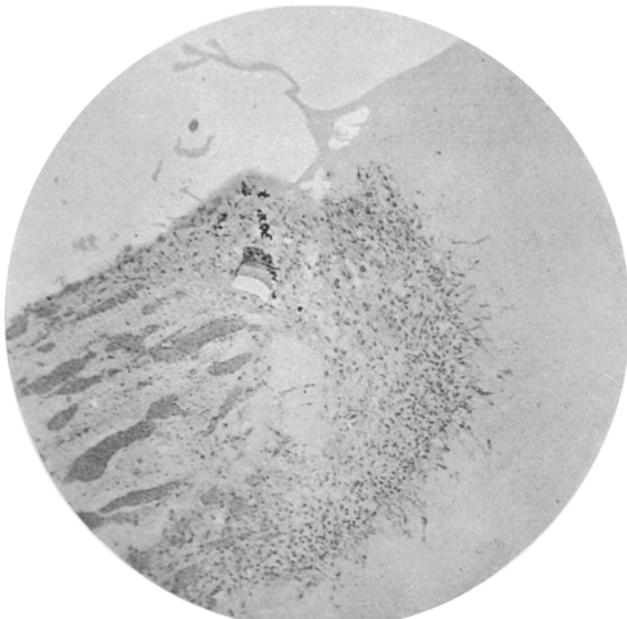


Abb. 8. Explantat nach 6 Tagen. *a* = Neugebildete Bindegewebszellen. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

harten Gewebezteile wurden nach der Fixierung in Alkohol und 5 proz. Trichlorsäure entkalkt und gewaschen. Alle Präparate (harte und weiche) in Paraffin und einige in Celloidin eingebettet, Serienschnitte angefertigt und folgende Färbungsmethoden benutzt: Meistens mit Hämatoxylin-Eosin, van Gieson, manchmal Sudan 3, Unna-Pappenheim, Pyronin-Methylgrün, Erich-Biondi, Berlinerblau-Eisenreaktion, *Shmamines* modifizierte Färbung mit Thyoninlösung und Granularfärbung modifiziert nach *Schridde*.

1. Mikroskopische Befunde an den Präparaten der Weichteile.

a) *Odontoblastenschicht + gallertartiges Pulpagewebe.*

Im zentralen Teil sind noch gut erhaltene Blutgefäße zu sehen. Das Parenchym ist schon teilweise abgestorben, und nur durch eine schwache Eosinfärbung sind die Umrisse der Zellen festzustellen. Pyknotische Kerne und Kernteile sind hier schon zu sehen. Die Zellkerne mit Ausnahme einiger aufgeblähter, lassen sich

nicht so gut färben. Im Randteil ist an einigen Stellen die Odontoblastenschicht anzutreffen. Auch hier färben sich die Zellen und ihre Kerne mit Hämatoxylin schlecht. Die basische Eigenschaft des Protoplasmas der Odontoblasten ist nur in der Nähe des Kernes noch erhalten. Nur an der äußersten Schicht sind Zellen zu beobachten, deren runde Kerne sich mit Hämatoxylin noch färben. Hier befinden sich spindelförmige Endothelzellen die mit den Odontoblasten sich kreuzen. Bei starker Vergrößerung kann man Blutcapillaren finden, deren Wand und Inhalt noch gut erhalten sind. Mitosen sind hier keine vorhanden. Rosteisen-körnchen sind hier zu sehen.

b) Gallertartiges Pulpagewebe.

Im zentralen Teil sind auch hier die beginnenden degenerativen Erscheinungen zu sehen, die sich in der Färbungsart, Aufquellung, Schrumpfung, Vakuolenbildung der Kerne äußern. Zum Teil sind die Kerne der gallertigen Bindegewebzellen noch gut erhalten. Zerstreut liegende Kerne, kleine rundliche Teilchen außerhalb oder innerhalb der Zellen sind zu sehen. Am Rande des Explantates sind Blutungen und eine leicht infizierte Stelle, die sich mit Hämatoxylin tief färbt, zu beobachten. Die Protoplasmafortsätze der Bindegewebzellen sind meistens zum Blutplasma gerichtet. Die Blutgefäßendothelen zeigen geringe Wucherungsscheinungen.

c) Wurzelweichteile.

Die Ameloblasten mit ihren Zylinderzellen sind durch einen Grenzstreifen von den Odontoblasten getrennt. Die letzteren sind noch nicht ganz entwickelt und unregelmäßig angeordnet und haben einen runden Kern. In dieser Zellreihe sind keine sich schwach färbenden Kerne vorhanden, reichlich sind hier Mitosen zu sehen, dagegen finden sich an den schon differenzierten Odontoblastenzellen nur schwach färbbare oder granulierte Kerne. Auch Blutungen finden sich in der Nähe derselben (Abb. 9).

Nach 2 Tagen.

1. Die noch erhaltenen Kerne der Pulpazellen, welche sich noch meistens gut färben, zeigen bei starker Vergrößerung degenerative Erscheinungen wie körnigen Zerfall der Chromatinfäden. Die Odontoblasten sind schon gänzlich nekrotisiert und färben sich mit Eosin. Am Rande des Explantates sind noch bei den Gefäßendothelen kleine Wucherungsscheinungen zu beobachten.
2. In diesem Präparat ist die Odontoblastenschicht zu sehen, die teilweise noch gut färbbare Kerne enthält. Mitosen finden sich hier keine. Im Pulpagewebe finden sich geschrumpfte, mit Eosin schwach rötlich gefärbte Zellen. Auch mehr rundliche mit Eosin rot gefärbte Zellen und exzentrisch gelegenem Kern sind hier anzutreffen. Die Blutgefäßendothelen sind hier stark verdickt und gewuchert. An den Randteilen des Explantates sind neugebildete kolbenförmige Zellen zu sehen, die in Sprossungen ins Blutplasma gehen.

Nach 3 Tagen.

Die Absterbeerscheinungen im zentralen Teil haben zugenommen. Die Gefäßendothelen sind verdickt. Die Gefäßlichtungen enthalten eosinophile Leukocyten mit Kernteilungen. Die mit Eosin sich färbenden Zellen der gallertigen Substanz sind mehr rundlich, mit exzentrisch gelegenem Kern. Am Rande des Explantates ist noch die Odontoblastenschicht zu sehen. Mitosen sind an einigen Stellen anzutreffen.

Nach 4 Tagen.

1. Die Odontoblastenschicht ist hier nicht zu sehen. In der Gallertsubstanz sind noch Pulpazellen anzutreffen, die sich zum großen Teil mit Hämatoxylin schwach violett oder rot färben. Die kolbenförmigen Zellen haben sich bedeutend vermehrt und weisen viel Mitosen auf. Auch im neugebildeten Bindegewebesteil sind Kernteilungsfiguren bemerkbar. Auch hier sind intercellulär und auch im Zelleib bräunliche Körnchen zu erkennen.

2. Die Eisenreaktion, die an dem obenstehenden Präparat ausgeführt war, hat ergeben, daß die bräunlichen Körnchen sich intercellulär befinden und von den großen runden Zellen mit dem exzentrisch gelegenen Kern und eben-

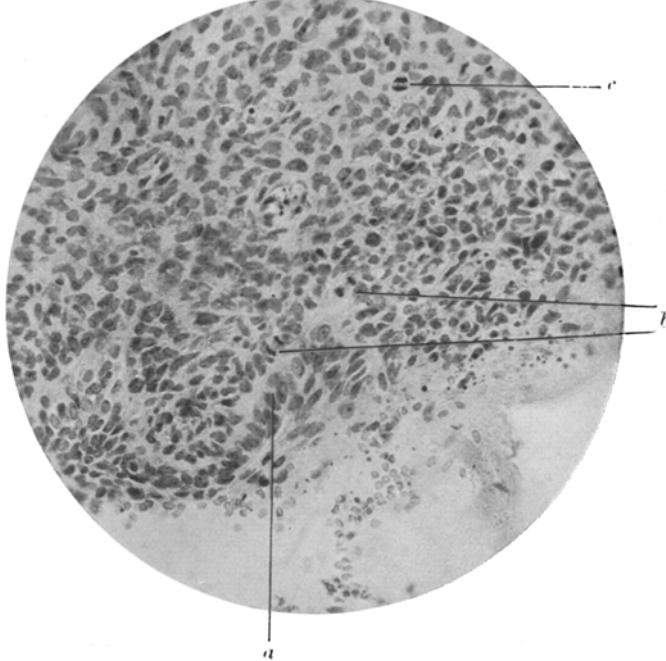


Abb. 9. Explantat nach 24 Stunden. *a* = Junge Schmelzepithelien. *b* = Junge Odontoblasten-
zellen mit Mitosen. *c* = Mitose in zellreichem Pulpagewebe. Leitz, Obj. 6, Ok. 2.

falls von den Spindelzellen in ihrem Protoplasmaleib aufgenommen werden. Die bräunlichen Körnchen sind als Eisenrostpartikelchen, die von der Injektions-
spritze herrühren, zu betrachten und als Verunreinigungen anzusehen.

Nach 5 Tagen.

Das explantierte Stückchen ist fast gänzlich abgestorben, Odontoblasten sind nicht mehr zu sehen. Am Rande sind neugebildete gallertartige Bindegewebszellen zu sehen, deren Fortsätze, nach Unna-Pappenheimscher Protoplasmafärbung, sich rot mit violetter Nuance färben, in fast gleicher Weise wie die normalen Odontoblasten. Einige große plasmareiche Rundzellen, die Eisenkörnchen enthalten, fehlen hier auch nicht.

Nach 6 Tagen.

Im zentralen Teil ist das Weichteilexplantat fast gänzlich abgestorben. Es sind hier nur noch erhaltene Blutgefäße mit unveränderten Endothelzellen zu

finden. Auch einige Rundzellen kommen hier zum Vorschein. An den Rändern sind deutlich neugebildete Zellen zu sehen, deren lange Fortsätze im Blutplasma und kürzere im Explantat auslaufen. Es ist schwer, bei schwacher Vergrößerung zu entscheiden, ob es sich hier um neugebildete Odontoblasten oder Bindegewebzellen handelt, da die letzteren gleiche Ausbreitungsformen annehmen (Abb. 9, 10). An einigen Stellen, wo das Blutplasma fehlt, sind neugebildete polygonale Zellen mit rundlich-ovalem Kern anzutreffen, die etwas stärker als die benachbarten Zellen mit Eosin sich färben.

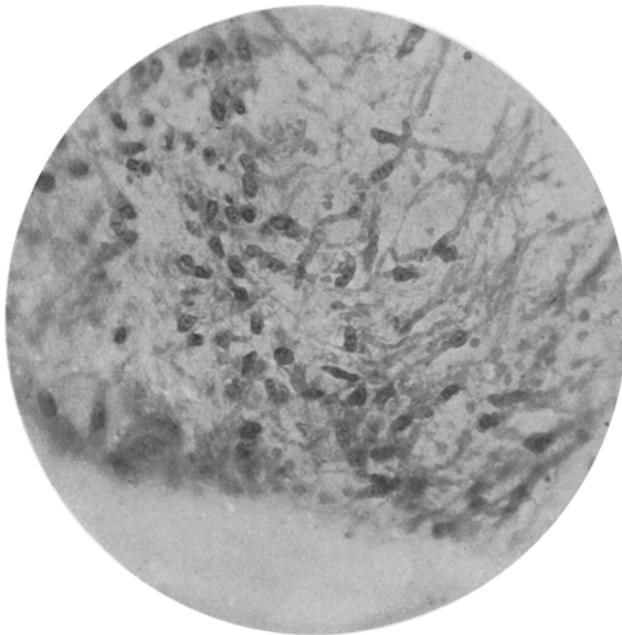


Abb. 10. Vergrößertes Stück der Abb. 9. *a* = Neugebildete Bindegewebzellen mit langen Protoplasmaausläufern im Blutplasma. Leitz, Obj. 7, Ok. 1.

Nach 7 Tagen.

Auch hier ist eine Wucherung mit zahlreichen Mitosen am Rande des ausgepflanzten Stücks zu beobachten. Hier sind neugebildete kolben- und spindelförmige Zellen anzutreffen, deren längere Protoplasmafortsätze weit im Blutplasma, und zwar in verschiedenen Richtungen auslaufen.

Nach 10 Tagen.

1. Das gezüchtete gallertartige Pulpagewebe zeigt ebenfalls in seinem peripheren Teil neugebildete vieleckige oder spindelförmige Zellen mit ovalem Kern; auch große runde oder kolbenförmige Zellarten sind hier zu sehen.

An einer Ecke des Explantates befindet sich eine infizierte, klumpenförmige Stelle, die sich mit Hämatoxylin stark färbt. In der Nähe derselben sind nur einige große sich gut färbende Rundzellen mit geschrumpftem, randständigem Kern und vakuoliertem Protoplasmaleib anzutreffen. An anderen Stellen des Explantates sind solche Zellarten nicht zu beobachten.

2. Der zentrale Teil ist gänzlich abgestorben. Im peripheren Teil, dicht an der Grenze des Plasmas, sind buschartige spindelförmige Bindegewebsneubildungen und große Rundzellen mit randständigem Kern und zahlreichen Mitosen anzutreffen, die sich von denjenigen des Explantates färberisch unterscheiden, und zwar sind sie mehr rötlich gefärbt. Die Sudan-III-Fettreaktion ergab, daß die eben beschriebenen neugebildeten Zellarte tiefrot gefärbte Fetttröpfchen enthalten.

Nach 11 Tagen.

1. Das gezüchtete Gewebe ist noch zu beobachten, die meisten Kerne färben sich noch mit Hämatoxylin; Erythrocyten sind hier und da anzutreffen. Am

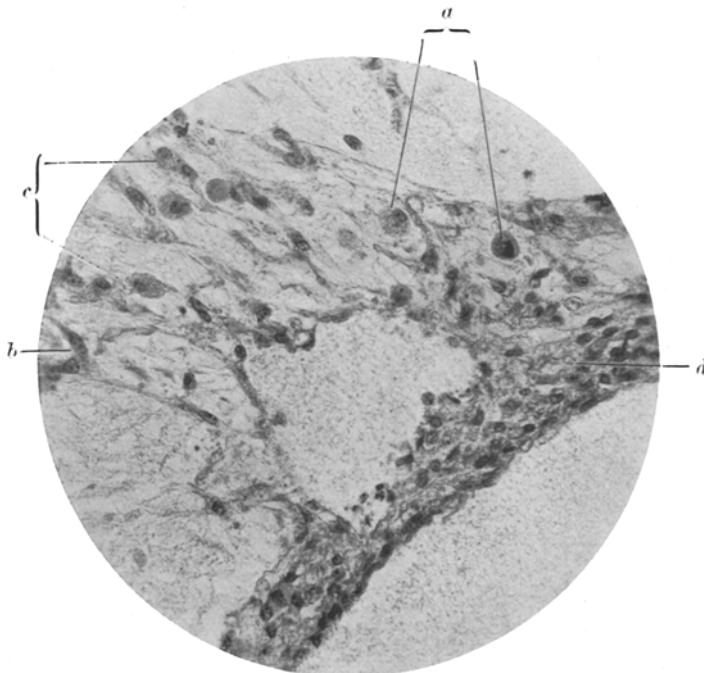


Abb. 11. Weichtekultur nach 11 Tagen. *a* = Große Rundzellen mit Eisenrostkörnchen. *b* = Ge-wucherte Bindegewebszellen. *c* = Übergangsformen von Rundzellen zu Bindegewebszellen. *d* = Ge-züchteter Weichteil. Leitz, Obj. 6, Ok. 1.

Rande ist die Wucherung lebhaft. Es sind hier Übergangsformen von den spindelförmigen bis kolbenartigen Zellen zu beobachten, welche einen großen runden, exzentrisch gelegenen Kern enthalten. Auch Eisenrostkörnchen finden sich (Abb. 11).

2. In diesem etwas länger fixierten Präparat zeigt der zentrale Teil ein homogenes Aussehen, und nur Reste von Blutgefäßen mit Endothelzellen und Blutkörperchen befinden sich hier. An den Rändern sind zahlreiche neugebildete Spindelzellen und einige Rundzellen zu beobachten.

2. Das durch übermäßige Fixierung in Susalösung allgemein geschrumpfte Präparat ist blaß und zeigt in seinem zentralen Teil mehr oder weniger gefärbte Zellkerne und viele Degenerationserscheinungen. Die, dicht an der Grenze des

Blutplasmas liegenden, großen Rundzellen enthalten Fetttröpfchen und Rost-eisenkörnchen. Die Kerne derselben sind schwach gefärbt. An einer Randpartie des Präparates, wo das Blutplasma sich aufgelöst hat, finden sich nur große Rundzellen mit exzentrisch gelegenem Kern, aber keine Spindelzellen. Im Blutplasma sind zwei vakuolenartige Hohlräume zu sehen, die von Spindelzellen ausgekleidet sind.

Nach 13 Tagen.

Das Präparat ist schwach rot gefärbt, an einer Stelle ist ein versprengter harter Zahnteil zu sehen, der sich tief violett mit Hämatoxylin färbt. Viele Eisenrostteilchen sind hier zu beobachten. Auch sind noch gut gefärbte Zellkerne und Mitosen hier anzutreffen. An den Rändern neugebildete Spindelzellen. An einer Stelle derselben in der Nähe von aufgelöstem Blutplasma sind mehrere großblasige länglich ovale Kerne zu sehen, deren Protoplasmagrenzen verwaschen sind. Im Blutplasma viele neugebildete Spindel- und Rundzellen. Außerdem finden sich hier große Rundzellen, deren Protoplasmaleib Eisenrost- und Fettkörpchen einschließen, dabei färben sich diese Stellen etwas stärker mit Eosin als die übrigen Zellarten. Die Hohlräume im Blutplasma in der Nähe des Explantates sind von Spindelzellen ausgekleidet.

Nach 17 Tagen.

Das explantierte Stück besteht hier nur aus hartem Gewebe der Wurzelspitzengegend, da die weichen gezüchteten Teile nicht mehr zu sehen sind. Nur an der Wurzelspitze sind einige neugebildete Epithelzellen bemerkbar. Auch hier sind im Blutplasma Hohlräume und zwischen diesen und dem Explantat reihenförmig angeordnete Spindelzellen zu sehen mit noch ziemlich gut erhaltenem Kerne.

Nach 18 Tagen.

Das explantierte Gewebe ist gänzlich abgestorben, Odontoblasten nicht mehr zu erkennen. Auch das neugebildete Bindegewebe zerfallen, nur die Kerne färben sich noch rötlich mit Eosin. Einige Zellen mit randständigem rundem Kern und stark mit Eosin gefärbtem Zelleib vorhanden.

Nach 20 Tagen.

In diesem Präparat ist nur noch Knochensubstanz zu erkennen. In den Weichteilen derselben sind keine Zellkonturen zu sehen; nur einige runde Zellen mit schwach gefärbtem rundem Kern sichtbar. Im Protoplasma befinden sich nur runderliche Zellen mit rundem oder kolbenförmigem, exzentrisch gelegenem blaßgefärbtem Kern. Im Protoplasmaleib sind Vakuolen zu sehen, welche die Kerne seitlich verdrängen. Spindelzellen und Mitosen nicht vorhanden (Abb. 12).

2. Mikroskopische Befunde an den Präparaten der harten Teile.

Nach 24 Stunden.

An der inneren Seite der gezüchteten harten Zahnsubstanz befinden sich abgestorbene, zerklumpte, mit Blutkörperchen gemischte Odontoblasten. An der Außenseite zwischen dem Schmelzepithel und Dentin gibt es eine lückenhafte Stelle, die durch Schmelzentkalkung entstanden ist. In diesem Präparat sind die inneren Zylinderzellen und die äußeren polygonalen Schmelzepithelien, die hart beieinander liegen, bis zu den kubischen Schmelzepithelzellen zu verfolgen. Die rundlich gewordenen Kerne der oben angeführten Schmelzepithelien färben sich schlecht. Hart an der Außenseite dieser Zellschicht sind Zellen anzutreffen, die

einen großen rundlichen oder ovalen bläschenförmigen Kern haben. Im Periodontiumteil sind die Kerne der Bindegewebszellen schwach gefärbt. In der Odontoblastenschicht sind nur einige mit Hämatoxylin schwach violett gefärbte Kerne anzutreffen (Abb. 13).

Nach 2 Tagen.

1. Kerne der Odontoblastenschicht schwach gefärbt, ein Teil dieser Schicht hat sich losgelöst vom harten Teil, und in diesem isoliert stehenden Teil sind die Zellen dick und spindelartig geworden, und der Kern hat sich an einen Pol verschoben. Die Tomesschen Fasern sind nicht zu sehen; zwischen der unverkalkten Dentin- und Odontoblastenschicht sind längliche, parallel der Zahnlängsachse

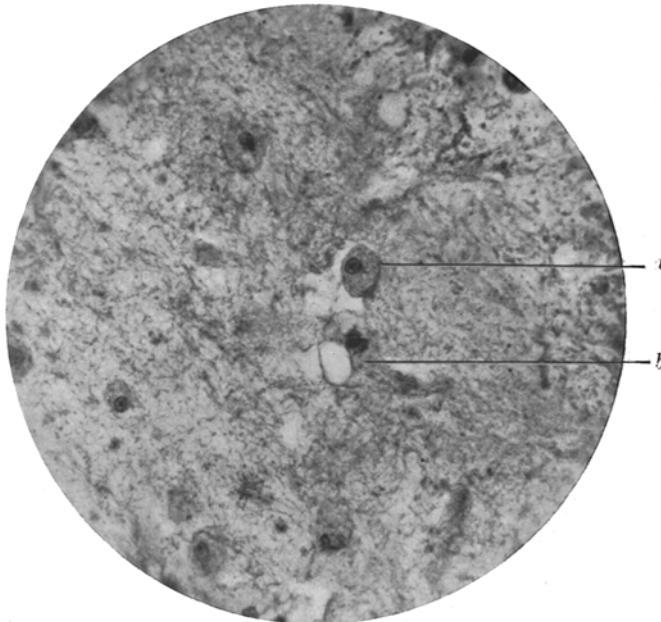


Abb. 12. Weichteilkultur nach 20 Tagen. *a* = Große Rundzellen. *b* = Zweikernige große Rundzellen mit Vakuolen. Leitz, Obj. 2 mm, Ok. 8.

verlaufende spindelförmige, bindegewebsähnliche Zellen anzutreffen, deren Kerne sich gut färben und ein schwach rotgefärbtes Kernkörperchen enthalten. Obwohl die Kerne der Zementoblasten und Periodontium schon degeneriert sind, lassen sie sich noch gut färben. Auch aufgeblähte Zementoblastenkerne sind zu sehen. Mitosen sind nicht vorhanden.

2. In diesem Präparat kommen die Odontoblasten zum Vorschein, deren Kerne sich mit einer mehr rötlichen Nuance färben. Mitosen fehlen hier. Einige Spindelzellen kreuzen in ihrem Verlauf die Odontoblasten. Die Zementoblastenschicht ist einer ausgebreiteten Degeneration unterworfen. Die v. Ebnerschen Bindegewebsfasern lassen sich gut sehen. Auch im Periodontium degenerieren die Bindegewebsbündel, und die chromatinarmen Kerne derselben sind gebläht. Mitosen nicht zu beobachten. Nur an einer Stelle sind neugebildete kolbenartige Zellen mit rundem Kern an der Basis zu finden.

3. Auch hier sind noch zwischen den pyknotischen Kernen der Odontoblasten noch gut erhaltene, gut färbbare anzutreffen. Der Zelleib nur rötlich gefärbt. Erhaltene Spindelzellen kreuzen in ihrem Verlauf auch hier die Odontoblasten. Zementoblasten und Periodontium zeigen keine Unterschiede von dem vorherigen Präparat.

4. Die Kerne der Odontoblastenschicht färben sich gut, das Protoplasma vieler Zellen ist basisch gefärbt. Auch hier kreuzen Spindelzellen die Odontoblasten. Das Periodontium und Zementoblastenschicht sind schon teilweise degeneriert, die Zellen zum Teil geschrumpft oder aufgeblähte Kerne enthaltend, Mitosen fehlen hier.

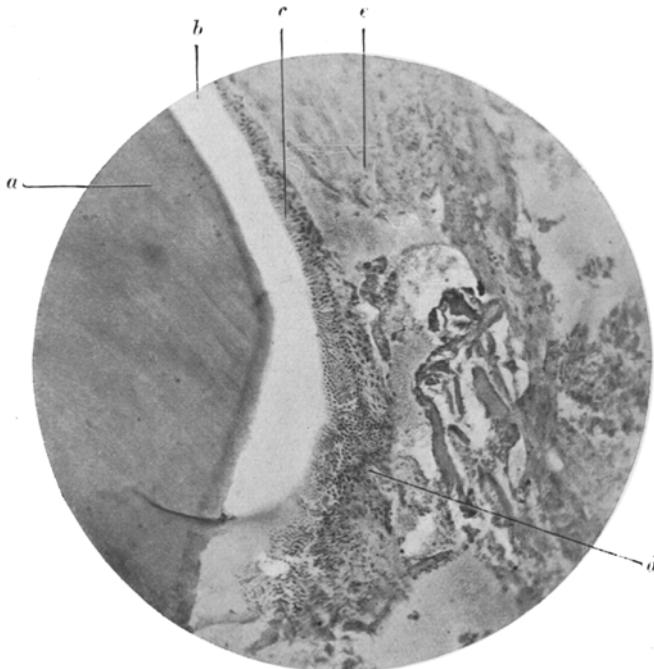


Abb. 13. Explantat nach 24 Stunden. Längsschnitt. *a* = Dentinschnitt. *b* = Entkalkter Schmelzteil. *c* = Anfangsstadium der Degeneration der inneren Schmelzepithelschicht. *d* = Beginnende Wucherungen an dem äußeren Schmelzepithel. *e* = Peridontium. Leitz, Obj. 3, Ok. I.

Nach 3 Tagen.

In der Odontoblastenschicht sind keine gut gefärbten und erhaltenen Zellen zu sehen; nur hier und da sind noch rot gefärbte Umrisse von einzelnen Kernen anzutreffen. In der Zementoblastenschicht sind noch die Kerne erhalten. Im Periodontium kommen Mitosen zum Vorschein. Die abgestorbenen Bindegewebszellen haben runde Kerne, deren Chromatingerüst hufeisenförmig lappig oder wie bei den Eiterkörperchen geformt sind. Die v. Ebnerschen Fibrillen hier deutlich.

Nach 4 Tagen.

In diesem Präparat ist die Odontoblastenschicht, gallertartiges Pulpagewebe, Zementoblastenteil und Periodontium zu verfolgen. In der Odontoblastenschicht

sind keine entsprechenden Zellen zu sehen. In der Zahnpulphöhle, in der Nähe der unverkalkten Schicht, befinden sich an einer Ecke derselben Trümmer, innerhalb und außerhalb derselben befinden sich gut färbbare, längliche, feine Spindelzellen; in dem gallertigen Teil sind Spindel- und mit Eosin gefärbte Rundzellen. Die letzteren sind auch im Blutplasma anzutreffen. Die Zementoblastenschicht ist fast gänzlich degeneriert, bei der Verfolgung von Serienschnitten desselben Präparates kann man an einer Stelle eine Zementoblastenkernteilung vermuten. Im Periodontium sind Spindelzellen mit sich gut färbendem Kern anzutreffen. Auch vereinzelte Mitosen kommen hier zum Vorschein. Außerdem sind hier zerstreut gelegene zerfallene Kernteile, die sich mit Hämatoxylin gut färben, zu beobachten. An den Randpartien des Explantates befinden sich viele neugebildete große,

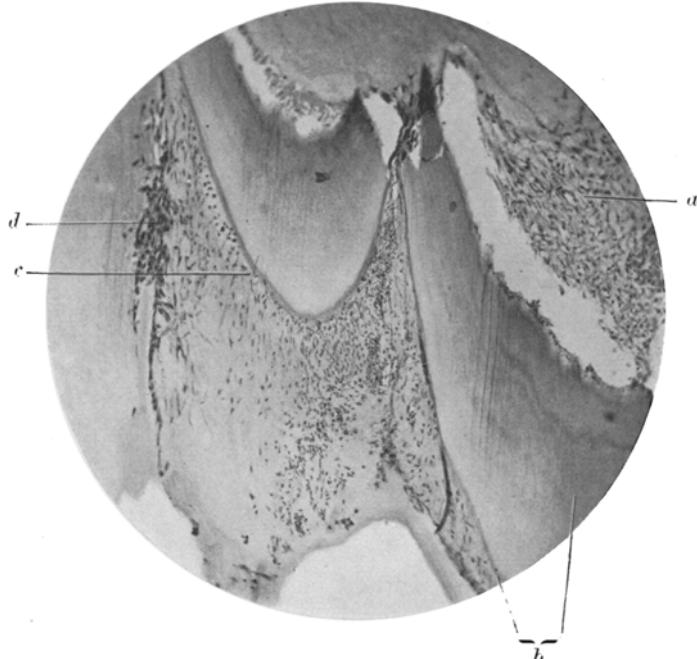


Abb. 14. Explantat nach 4 Tagen. *a* = Neugebildetes Pulpagewebe. *b* = Dentin und Zement. *c* = Perodontium. *d* = Gewuchertes Perodontium. Leitz, Obj. 3, Ok. 1

runde oder spindelartige Zellen. Die ersten enthalten in ihrem Zelleib kleine Eisenrostpartikelchen, die teilweise nur bei starker Vergrößerung auffindbar sind. (Abb. 14—15).

Nach 6 Tagen.

1. Die Odontoblastenschicht ist nicht mehr zu sehen. Ebenfalls sind nur wenige Reste sich gut färbender Zementoblasten geblieben. In der Nähe der Odontoblastenzone sind vereinzelte große polygonale Zellen, die mehrere große ovale Kerne enthalten, zu beobachten. Da zwischen den Kernen keine Protoplasmagrenzen zu sehen sind, so machen dieselben den Eindruck von Riesenzellen. Mit Hämatoxylin geben sie eine tiefe Färbung. Im Perodontium und in der Umgebung der Plasmashicht sind rundliche und kolbenartige Zellen mit rundem exzentrisch gelegenem Kern zu sehen, und zerstreut zwischen denselben

befinden sich wenige Spindelzellen. Manche von den erstgenannten Zellen enthalten in ihrem Zelleib Fremdkörper, Vakuolen oder 2—3 Zellkerne. Eine direkte Kernteilung ist hier wahrzunehmen (Abb. 16).

2. Im zentralen Teil des Präparates ist kein Gewebe zu sehen, weil hier von vornherein nichts verpflanzt war. An den seitlich liegenden Teilen der harten Substanz befinden sich einige Rund- und Spindelzellen. Die Zement- und Dentinschicht zeigt hier noch gute Verkalkungsumrißlinien. Im Periodontium sind die Zellen nekrotisiert, keine Mitosen. Die vordere Wand des Zahnes zeigt hier deutlich mit Hämatoxylin gefärbte Globuli, die man bis an die Wurzelspitze verfolgen kann. An der Außenseite der vorderen Fläche befindet sich die Schmelzschicht, welche ziemlich große, durch die Entkalkung verursachte, Lücken auf-

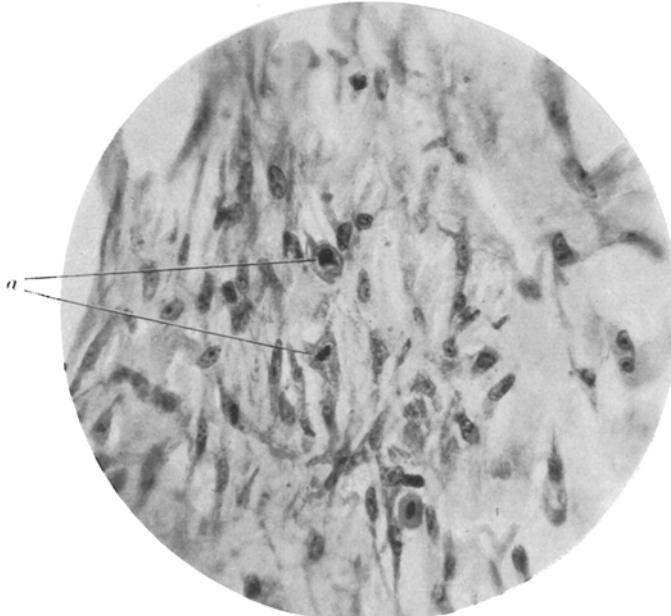


Abb. 15. Vergrößertes Bild von Abb. 16. Vergrößerter Pulpateil. *a* = Mitosen. Leitz, Obj. 2 mm, Ok. 1.

weist. In der Richtung zur Wurzelspitze sind diese Lücken nicht mehr zu beobachten, und nur eine deutliche Segmentierung der unverkalkten Schmelzschicht ist zu verfolgen. An der Außenseite der unverkalkten oben angeführten, gitterförmigen Schmelzschicht an einer Stelle, wo das Blutplasma sich aufgelöst hat, befinden sich längliche, spindelförmige Epithelzellen. Auch im Blutplasma ist der gleiche Schmelzteil versprengt, und an der Außenseite derselben sind Epithelzellen, die mehr dick, kurz und spindelförmig sind und im Blutplasma sich weiter zu runden Zellen vermehren, deren Kerne von einer blassen Zone umgeben sind. Auch in der nicht aufgelösten Plasmashicht, in der Nähe des Explantates, sind Zellenanhäufungen anzutreffen und zwar von mehr abgeplatteter bis polygonal, rundlicher Form. Allmählich zunehmende Degenerationerscheinungen von verschiedenem Grade kann man an den Kernen verfolgen. Zylinderzellen sind hier nicht zu beobachten (Abb. 17).

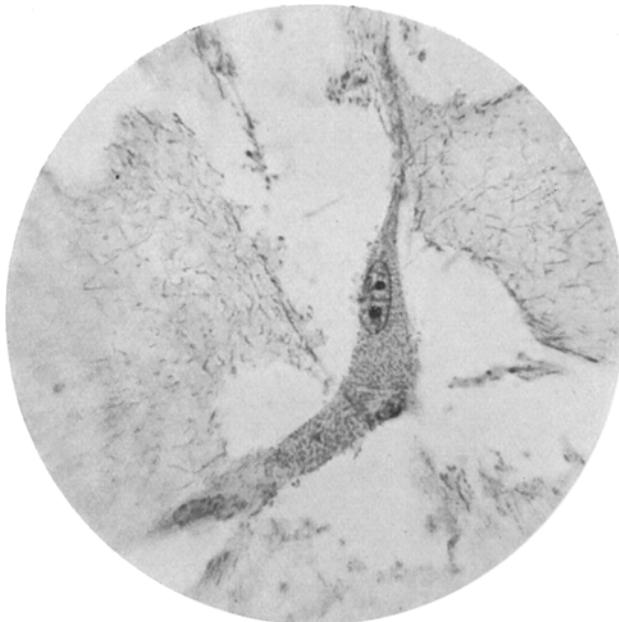


Abb. 16. Harter Teil. Explantat nach 6 Tagen. *a* = Direkte Kernteilung.
Leitz, Obj. ? mm, Ok. 2.

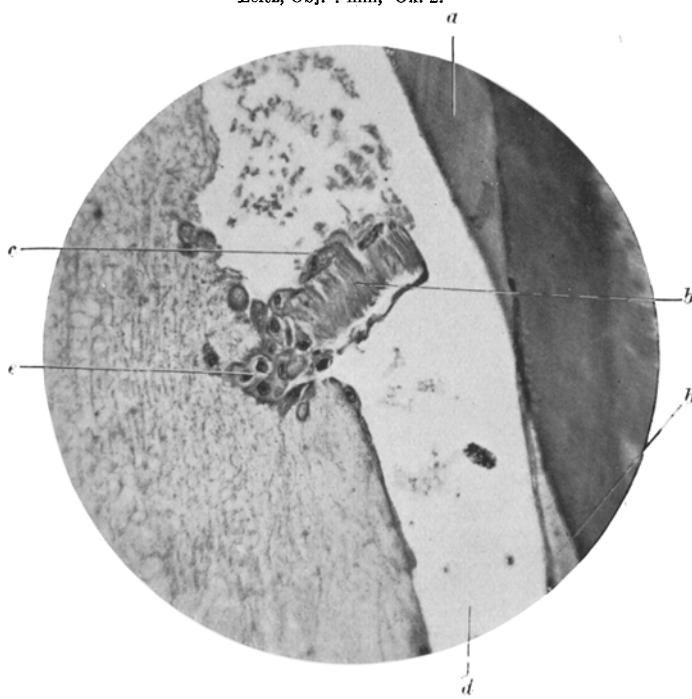


Abb. 17. Explantat nach 6 Tagen. Längsschnitt. *a* = Dentin. *b* = Unverkalkter Schmelz. *c* = Spindelförmige Epithelzellen. *d* = Hohlraum im Blutplasma. *e* = Rundliche Epithelzellen mit hellem Hof um den Kern. Leitz, Obj. 6, Ok. 1.

Nach 9 Tagen.

Die Zementoblastenschicht ist geschrumpft, und das Periodontium ist fast gänzlich verschwunden. Die Pulpahöhle hat hier eine V-Form, und an der schmalen Basis hart an der unverkalkten Dentinschicht befinden sich spindelförmige Bindegewebswucherungen, deren große, runde Zellen einen ovalen oder rundlichen, exzentrisch gelegenen Kern besitzen. Im Protoplasmaleib sind manchmal Fettvakuolen oder zwei Zellkerne zu sehen.

Nach 10 Tagen.

Das kultivierte Stück besteht aus Periodontium, Zementschicht, Odontoblasten und einem Stück Knochen. Im zentralen Teil sind die Odontoblasten abgestorben, die sich schwach mit Eosin färben lassen, Mitosen sind hier keine. In der Zementschicht sind gewucherte Spindelzellen zu sehen, besonders reichlich in dem ans Blutplasma grenzenden Teil. Im Blutplasma, in der Nähe des Periodontiums befinden sich Zellanhäufungen, die aus Rund- und Spindelzellen bestehen. Diese Zellanhäufungen stehen in keinem Zusammenhang zu dem Knochenstück oder Zementteil. Unweit der Peripherie des Explantates befindet sich ein aufgelöster und flockig gewordener Blutplasmateil. Hier sind Rundzellen, die vereinzelt Fettvakuolen oder 2—3 Kerne enthalten, zu beobachten. Eisenrostkörnchen sind überall zu sehen. Knochenzellen befinden sich hier nicht, wohl aber einige dem Knochenstück anliegende Bindegewebzellen.

Nach 11 Tagen.

In diesem Präparat sind weder das Zement noch die gezüchteten Weichteile zu sehen. Im Blutplasma ziemlich entfernt vom Explantat spindelförmige Bindegewebswucherungen. Außerhalb und ganz isoliert von diesen Wucherungen sind platten Epithelzellen zu sehen. Dieselben bilden perlartige Bildungen in ähnlicher Weise wie bei den Cancroiden. Bei schwacher Vergrößerung zeigen diese Perlen eine zwiebelartige Anordnung, deren Zellen schwach rot mit violetter Nuance sich färben lassen, besonders ist die letztere charakteristisch für den äußeren Rand, während mehr zum Zentrum zu die rote Farbe überwiegt. An dem äußeren Rand dieser zwiebelartigen Gebilde sind jüngst gebildete Epithelzellen mit rundem Kern, die sich mit Hämatoxylin gut färben, zu sehen. Bei starker Vergrößerung zeigen die polygonalen Zellen dieser Zwiebelgebilde eine allmählich, und zwar von außen nach innen zu fortschreitende Abplattung ihrer Form, deren Zellkerne geschrumpft oder blasig gestaltet sind. Im zentralen Teil dieser Perlgebilde sind die schon abgeplatteten Zellen ganz kernlos und ihr Protoplasma degeneriert. Deutliche Protoplasmafasern und Zellbrücken (siehe Abb. 18, 19).

2. Im Explantat sind außer dem harten Teil noch Periodontium, Odontoblasten und versprengte Partikelchen von Knochensubstanz anzutreffen. In der Odontoblastenschicht sind nur einige Spindelzellen mit ovalem Kern und zerstreut geschrumpfte Rundzellen zu sehen. In dem anliegenden gallertartigen Teil fast alle Zellen schon degeneriert. In der Zementoblastenschicht keine zelligen Elemente. Nur im Periodontium findet man noch gut färbbare, länglich-ovale, kernhaltige Bindegewebzellen. An der peripheren Blutplasmagrenze sind feine staubartige Teilchen zu beobachten, die inter- oder intracellulär gelagert sind, und zwar in denjenigen Zellen, die einen rundlichen exzentrisch gelegenen Kern aufweisen. Im Blutplasma kann man ein üppiges Wachstum von meistens spindelförmigen Zellen und auch einigen runden beobachten. Pulpawärts sind große Hohlräume zu beobachten, deren Raum von 2—3 gekernten Elementen ausgefüllt wird. Hier sind Zellen von spindeliger oder gar verschwommener Form, deren große, ovale oder rundliche Kerne parallel zur Längsachse des Hohlräumes gelagert sind.

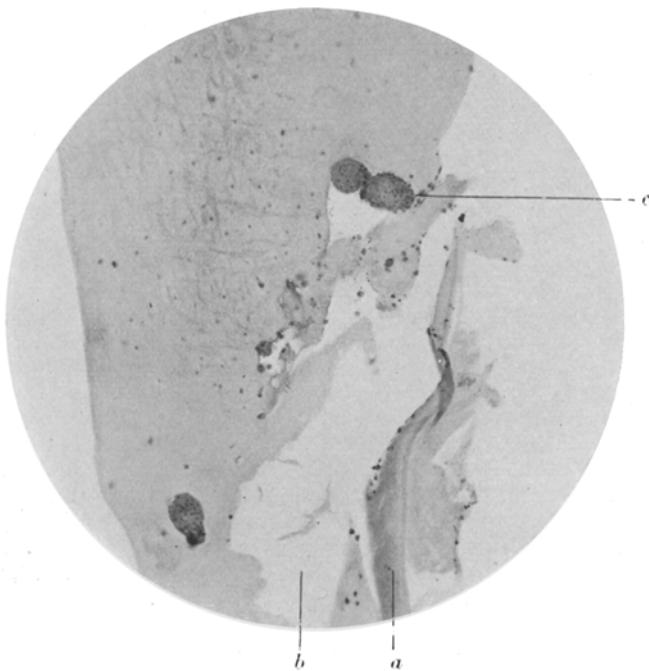


Abb. 18. Explantat nach 11 Tagen. Längsschnitt. *a* = Dentinschicht. *b* = Hohlraum im Blutplasma. *c* = Neugebildete zwiebelartige Epithelzelle. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

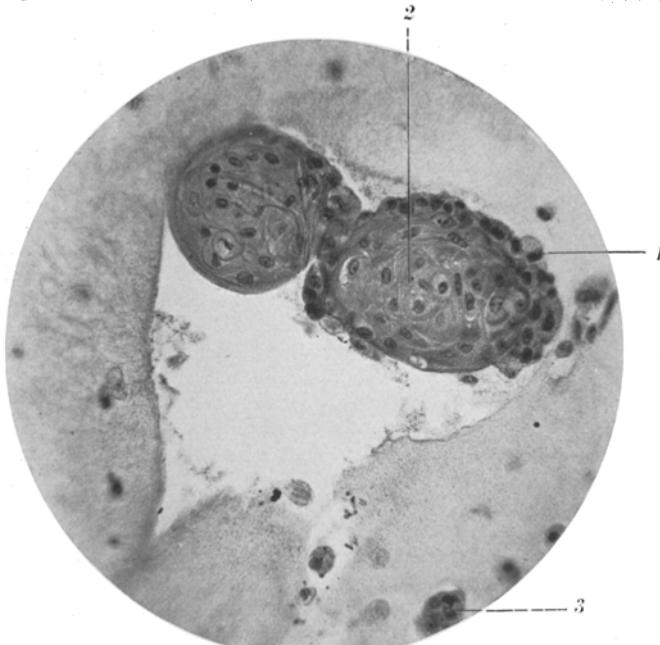


Abb. 19. Vergrößertes Stück der Abb. 21. Vergrößertes Zwiebelgewebe. *1* = Rundliche Epithelzelle. *2* = Degenerierte Epithelzelle. *3* = Riesenzellen. Leitz, Obj. 6, Ok. 1.

Bräunliche Eisenrostkörnchen und Mitosen vorhanden. Diese Zellschicht umgibt an einer Ecke auch einen Teil der harten Substanz, aber steht in keiner Beziehung zu der Odontoblastenschicht. Epithelwucherungen sind in diesem Präparat nicht anzutreffen.

Nach 13 Tagen.

Der hier gezüchtete harte Teil stammt aus der Wurzelgegend des Zahnes. Ein Teil des umgebenden Blutplasmas ist durch autolytische Vorgänge verschwunden und bildet so einen großen Hohlraum entlang des gezüchteten Ge webes. Man kann in dem Explantat eine vordere und hintere Wurzelwand unterscheiden. Die Schmelz- und Zementschicht sind hier nicht so deutlich ausgeprägt. Entlang der Außenseite der vorderen Wand kann man atypische Epithelwucherungen verfolgen, die knäuelartig angeordnet sind. Die Kerne derselben zeigen verschiedene Grade der Degeneration. An der Innenseite der Außenwand sind noch einige große rundliche Zellen mit ebenfalls rundem Kern zu beobachten. Im spitzen Abschnitt der hinteren Wand, und zwar an der Außenseite derselben findet man einige große vakuolenbildende runde Zellen mit runden exzentrisch gelegenen Kernen. Eine Zelle zeigt deutliche Kernteilungsfiguren, und dabei ist hier eine Vakuolbildung des Zelleibes festzustellen. Weiter kronenwärts stößt man auf eine mächtig entwickelte zellreiche Stelle, deren Kerne in Bröckelchen zerfallen sind. An der Innenseite der hinteren Wand rundliche Eisenrostteilchen enthaltende Zellen. Im Blutplasma etwas weiter vom Explantat sieht man einige Rund- und Spindelzellenwucherungen.

Nach 15 Tagen.

Die gezüchtete Substanz besteht aus einem harten und weichen Teil. An der Innenseite mehr kronenwärts sind viele Zerfallsmassen zu sehen, deren Rand von Spindel- oder Rundzellen umgeben ist, dabei enthalten die letzteren Eisenrostkörnchen und Vakuolen im Zelleib. Neben diesen Zellarten mehr in der Richtung zum Blutplasma gewucherte Spindelzellen. An der gleichen Innenseite, aber mehr wurzelwärts findet man manchmal Spindel- oder Rundzellen, deren Längsachse parallel derjenigen des Zahnes verläuft, und noch weiter in der Nähe der Spitze findet man Anhäufungen von Epithelzellen, deren Kerne manchmal Degenerationszeichen aufweisen. Auch an der Außenseite der Wurzel spitze sind die gleichen Zellarten zu beobachten. Bei der Durchsicht von Serienschnitten des gleichen Explantates hat sich gezeigt, daß diese Epithelzellen mit denjenigen der Innenseite in Verbindung stehen, und dieselben sind als eine Fortsetzung derjenigen Zellschicht anzusehen. Den Zementteil ohne die Periodontium schicht kann man an der Außenseite der harten Substanz kronenwärts gut ver folgen. Hier an dieser Seite sind Blutplasmahohlräume zu sehen, die aus flockiger Substanz bestehen (Serumautolyse) und Ansammlungen von Zellklümpchen ent halten, deren Kerne zum Teil geschrumpft, zum Teil degeneriert sind. Hier sind ebenfalls große rundliche Zellen mit verwaschenen Protoplasmagrenzen und rundlichen Kernen vorhanden (Abb. 20).

Nach 20 Tagen.

Das Explantat besteht aus Odontoblasten, Dentin, Zement und Periodontium. Die Odontoblastenschicht ist gänzlich zerfallen. Im Periodontium sind ziemlich viele große rundliche oder kolbenförmige Zellen mit rundem, ovalem oder exzentrisch gelegenem Kern zu sehen. Im Blutplasma einige Spindelzellen und einige wie oben in der Periodontiumschicht angegebene Zellen. Sie sind hier ganz isoliert und enthalten Fettkügelchen in ihrem Protoplasmaleib (Abb. 21).

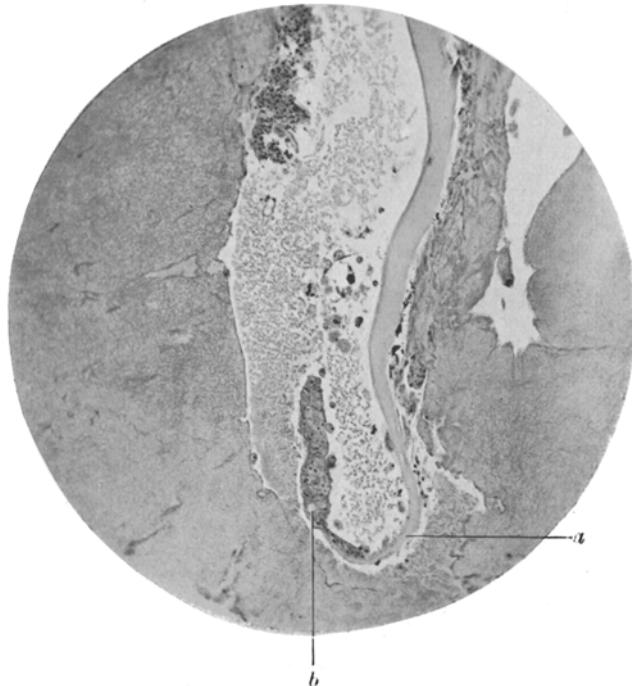


Abb. 20. Harter Teil. Explantat nach 15 Tagen. *a* = Wurzelspitze (Dentin). *b* = Gewucherte Epithelanhäufungen. Leitz, Obj. 3, Ok. 2.

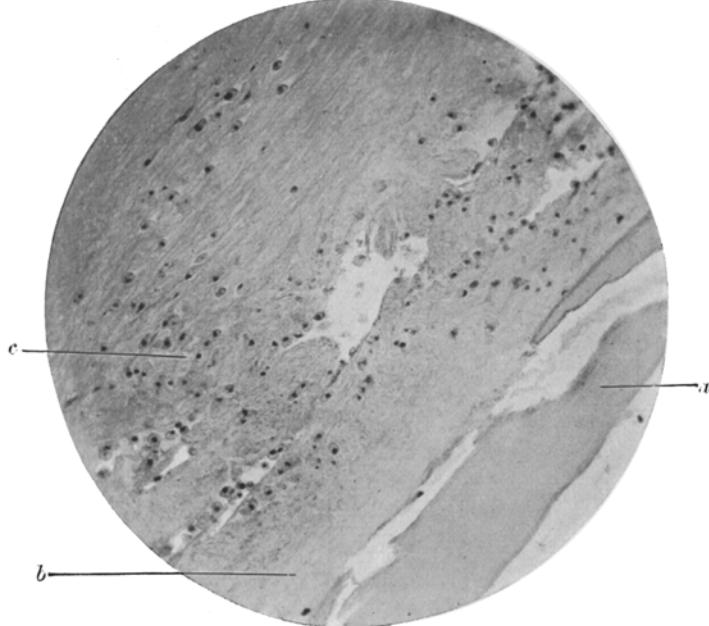


Abb. 21. Explantat nach 20 Tagen. *a* = Dentin mit Zement. *b* = Periodontium. *c* = Neugebildete Rundzellen. Leitz, Obj. 4, Ok. 1.

3. Mikroskopische Befunde an den verpflanzten Auskratzungsteilen.

Nach 24 Stunden.

Das Explantat besteht aus Odontoblasten, unverkalktem Dentin und Erythrocyten. Die Odontoblasten sind chrysanthemartig angehäuft und deren Kerne sichtbar mit Hämatoxylin eine tiefblaurote Farbe geben. Zwischen diesen Zellanhäufungen einige Spindelzellen mit zerfallenem Kern. Die meisten Odontoblasten sind degeneriert, aber diejenigen, deren äußere Form man noch verfolgen kann, zeigen eine abweichende Gestalt. Sie sind hier mehr kolbenartig ausgebreitet mit etwas zugespitztem Ende und mit einem Kern an der Basis. Bei

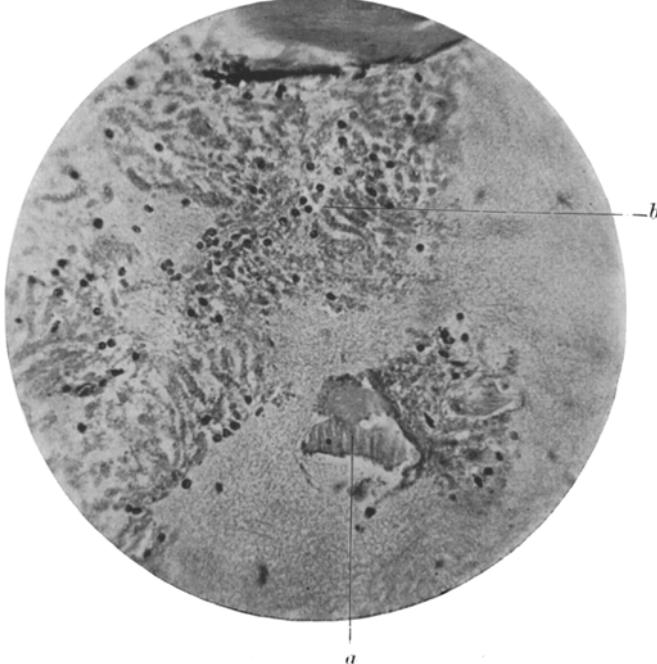


Abb. 22. Ausgekratzter Teil. Explantat nach 24 Stunden. *a* = Ausgekratzter unverkalkter Dentin-teil. *b* = Odontoblastenanhäufungen. Leitz, Obj. 6, Ok. 2.

starker Vergrößerung zeigen die tief violett gefärbten Kerne beginnende Degenerationserscheinungen und der noch zum Teil erhaltene Zelleib eine schwach rote Färbung. Umrisse der Blutkörperchen unversehrt (Abb. 22).

Nach 2 Tagen.

Das Explantat besteht hier aus wenigen, isoliert stehenden Odontoblastenzellen, deren Protoplasmaleib und Kern fast gänzlich zerfallen sind und mit Eosin eine schwache Färbung geben. Die Plasmolyse beginnt meistens an dem entgegengesetzten Pol, und an der letzteren Stelle ist noch die Kernkontur mit dem umgebenden Protoplasma zu beobachten.

Nach 3 Tagen.

Das Explantat besteht aus Odontoblasten und versprengten Partikelchen der harten Substanz, die bei der Auskratzung mitgerissen worden sind. Die ersten

sind durchweg zerfallen, und dazwischen findet man schwach gefärbte länglich-ovalen kernhaltige Zellen mit verwaschenen Zelleibumrissen an ihren Polenden.

Nach 5 Tagen.

1. Man findet hier Odontoblasten und mitgerissene zerstreut gelegene Dentinteile. Die ersten sind schon fast nicht mehr zu sehen, nur an einer Stelle sind mit Eosin schwach gefärbte Reste derselben anzutreffen. An einer Stelle des Gesichtsfeldes eng beieinander liegende länglich-ovalen Zellen, exzentrisch gelagerte Kerne. Die letzteren enthalten Kernkörperchen, die sich mit Eosin röthlich färben. Diese Zellen zeigen Degenerationserscheinungen. Mitosen nicht vorhanden.

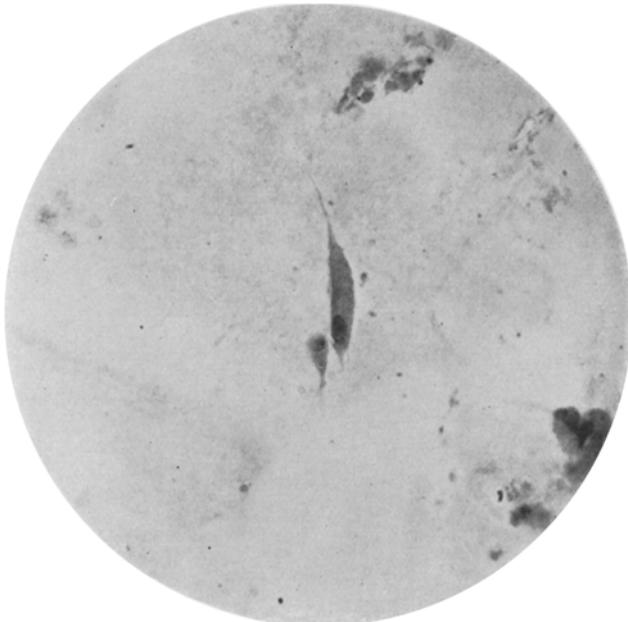


Abb. 23. Ausgekratzter Teil. Explantat nach 5 Tagen. *a* = Isolierte Odontoblasten mit Kern und Kernkörperchen. *b* = Tomessche Fasern. *c* = Kurzer pulpwärts gerichteter Fortsatz. *d* = Schief getroffene Odontoblastenzellen. Leitz, Obj. 7, Ok. 2.

2. Das Präparat besteht aus wenig ausgekratzten Dentinteilen und zerfallenen Odontoblasten. Im Präparat kann man noch gut erhaltene isoliert stehende Odontoblasten treffen, deren Protoplasma und rundlich-ovaler Kern sich gut färben lassen. An demjenigen Pol, wo der Kern gelagert ist, laufen zwei kurze Protoplasmabüschel, aus der entgegengesetzten Seite ein sehr langer fadenförmiger Protoplasmabüschel. (Tomessche Fasern.) (Abb. 23.) Auch einige geschrumpfte kernhaltige Zellen vorhanden. Mitosen fehlen.

Nach 7 Tagen.

Das Präparat enthält ein isoliert stehendes Dentinpartikelchen und Odontoblastenzellen. Umrisse des Zelleibes und dessen Kerns noch sichtbar.

Nach 12 Tagen.

Das Präparat besteht aus ausgekratzten Odontoblasten, Dentin und gallertartigem Pulpagewebe. Die Odontoblasten nicht mehr zu sehen. Im gallertartigen

Teil sind wenig Zellkonturen anzutreffen, nur die Kerne sind mit Eosin rot färbbar. In einem Gesichtsfelde große rundliche Zellen, deren Kerne bei starker Vergrößerung geschrumpft erscheinen und an die Wand, durch große Vakuolenbildung im Zelleib, verdrängt sind. Auch spindelartige Zellen mit exzentrisch gelegenem geschrumpften Kern sichtbar.

b) Ameloblastenauskratzungen.

Nach 24 Stunden.

Das Explantat besteht aus dem unteren Schmelzepithelteil mit dem anliegenden Periodontium. Im letzteren sind die Zellen schon teilweise abgestorben, so daß ihre Kerne nicht mehr zu beobachten sind, teilweise noch gut erhalten, ebenfalls deren Kerne. In diesem Explantat sind an einer Stelle Zylinderzellen zu beobachten, deren länglich-ovaler Kern sich mit Hämatoxylin gut färbt. In derselben Reihe auch kubische Zellen mit abgerundetem Kern, deren Zusammenhang durch Zwischenräume getrennt wird. Bei starker Vergrößerung zeigen die Kerne der letztgenannten Zellen Degenerationserscheinungen. Zwischen dem Periodontium und Spindelzellen schwach färbbare polygonale Zellen. Zerstreute Kernteile überall im Explantat vorhanden.

Nach 3 Tagen.

Das Explantat ist durch längere Fixierung etwas geschrumpft. Die einzelnen Bestandteile sind hier schwer zu bestimmen. Sonst sind hier etwas geschrumpfte Zellen mit länglich-ovalem Kern anzutreffen. Außerdem gibt es hier homogene klumpige Massen, die mit Eosin sich rot färben und mit roten Blutkörperchen durchsetzt sind. Auch neugebildete vieleckige oder abgeplattete Zellanhäufungen sind hier zu beobachten, deren Kerne geschrumpft sind, teilweise degeneriert oder gänzlich verschwunden. Zwischen diesen Zellanhäufungen sind Epithelfasern zu sehen. Auch einige spindelförmige Bindegewebszellen sind hier anzutreffen.

Nach 4 Tagen.

Auch in diesem Präparat sind die einzelnen Gewebsbestandteile schwer zu erkennen. Auch hier sind homogene, klumpige mit Eosin sich färbende Massen mit Erythrocyten gemischt anzutreffen. Bindegewebswucherungen und zerfallene Kernteile sind hier zu sehen. Aus den homogenen Massen gehen strangförmige Epithelwucherungen, die sich weit im Blutplasma ausbreiten, und deren Kerne oval, rundlich oder abgeplattet sind. In diesen Zellwucherungen sind rundliche Zellen mit randständigem Kern und Rosteisenkörnchen im Zelleib und spindelförmige Zellen, deren Kern von einer hellen Zone umgeben ist, vorhanden. Mitosen sind hier zu beobachten (Abb. 24).

Nach 5 Tagen.

Das kultivierte Stückchen ist homogen, mit Eosin rot gefärbt, und seine Bestandteile sind schwer zu unterscheiden. An der Plasmagrenze viele Rundzellen. In der Nähe derselben kann man auch polygonale im Blutplasma wuchernde Zellen mit rundem oder ovalem Kern verfolgen. Bei manchen Zellen zeigen die Kerne Degenerationserscheinungen.

Nach 9 Tagen.

Das kultivierte Stück ist nicht mehr zu sehen und stellt einen von Blutplasma umgebenen Hohlraum dar. Darin sind zwei entwickelte Plattenepithelanhäufungen zu sehen, deren Zellen mehr zwiebelartig angeordnet sind, und deren Kerne sich

manchmal gar nicht färben oder gänzlich fehlen. Zwischen diesen Zellen befinden sich Epithelfasern. In den Zellanhäufungen sind kleine Hohlräume zu sehen, die bräunliche Partikelchen enthalten. Neben den Zellanhäufungen sind auch rundliche Zellen mit länglich-ovalen oder rundlichen Kernen, die von einem blässen Hof umgeben sind, anzutreffen. Im Blutplasma sind einige Zellen mit ovalem gut gefärbtem Kern zu sehen.

4. Mikroskopische Befunde an Explantaten, die durch Übertragung im frischen Blutplasma weiter gezüchtet waren.

Das 3 Tage lang explantierte Gewebsstückchen wird samt dem umgebenden Blutplasma in einer Ringer-Lösung abgewaschen, in frisches Blutplasma des gleichen Tieres versetzt und nach 13 Tagen untersucht. Das Explantat besteht

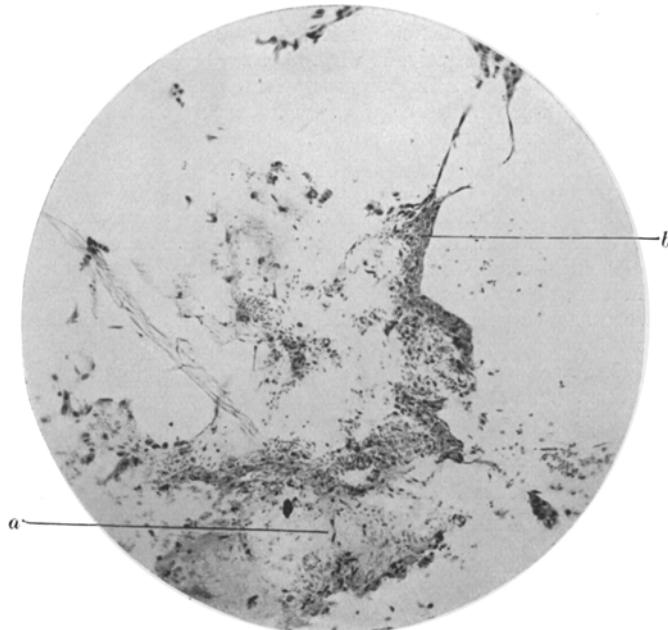


Abb. 24. Explantat nach 4 Tagen. Ausgekratzte Schmelzepithelien. *a* = Bindegewebszellen. *b* = Gewebsepithelzellen. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

aus Dentin, Schmelz, Periodontium und Schmelzepithelien. An einer Seite des Präparates sind üppige Bindegewebszellwucherungen zu beobachten. An der entgegengesetzten Seite findet man an der Blutplasmagrenze eine Epithelschicht von kubischen Zellen mit länglich-ovalen, blässen Kernen. Diese Schicht breitet sich entlang des Gewebsrandes, bis er mit der Bindegewebschicht in Berührung kommt. Diese Epithelschicht breitet sich im Blutplasma in Form von Strängen aus und gibt überall ausbreitende Verzweigungen ab. Zwischen den letzteren sind Bindegewebswucherungen ebenfalls zu sehen. Mitosen sind hier sehr reichlich zu finden, sogar in solchen Zellarten, die bei einfacher Explantation zu dieser Zeit schon nicht mehr aufzuweisen sind. Das Protoplasma ist hier tief basisch gefärbt, und die Epithelzellkerne sind oval oder rundlich und manchmal von einer blässen Zone umgeben. Etwas entfernt vom Explantat findet man eine einst gewucherte,

aber jetzt schon abgestorbene Gewebsschicht. Hier sind noch Reste von Spindel- oder Rundzellen geblieben, die vereinzelt einen Doppelkern behalten haben. Charakteristisch für dieses Präparat sind das Auftreten von reichlichen Mitosen, das fast vollständige Fehlen von Rundzellen und degenerative Erscheinungen bei den Epithelzellen (Abb. 25).

Ergebnisse der Explantation des Zahngewebes.

Aus den oben angeführten Befunden kann man feststellen, daß bei der Explantation im allgemeinen 2 Vorgänge sich abspielen: 1. die

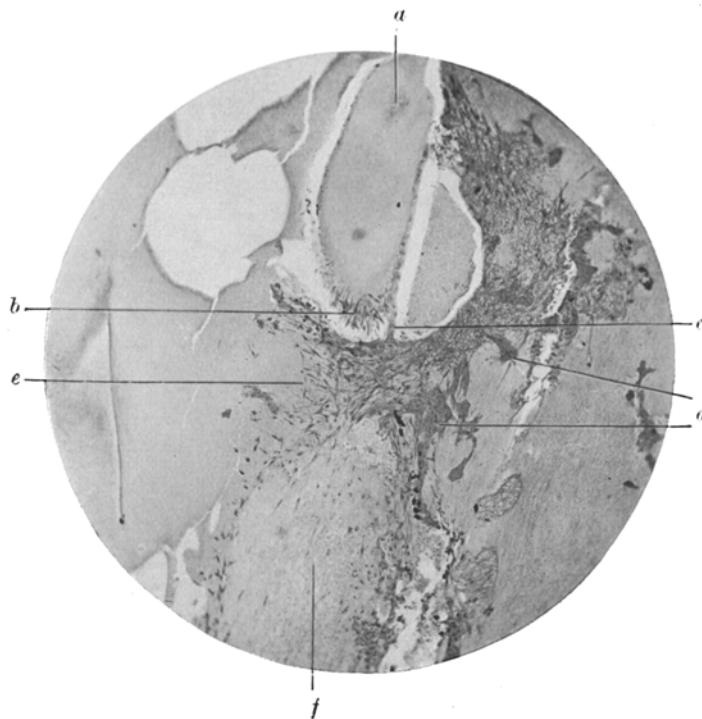


Abb. 25. Explantat nach 13 Tagen. Übertragung im neuen Blutplasma. *a* = Dentin. *b* = Neugebildetes Bindegewebe im Periodontium. *c* = Neugebildeter Schmelzepithelienstrang. *d* = Epithelienanhäufungen. *e* = Neugebildetes Bindegewebe im Blutplasma. *f* = Schon abgestorbene neugebildete Bindegewebzellen. Leitz, Obj. 3, Ok. 1.

Degenerationserscheinungen oder Nekrose, 2. die Regeneration. Die erstere kann man schon nach 2 Tagen beobachten, am 3. bis 4. Tage beginnen die Wucherungsprozesse, und nach 6—7 sind dieselben in vollem Gange, wie die zahlreichen Mitosen beweisen. Wie die Befunde gezeigt haben, ist es möglich, die Kulturen bis zu 20 Tagen lebend zu erhalten. Die beiden Erscheinungen treten, wie es aus den zahlreichen Versuchen hervorgeht, nicht gleichzeitig und gleichmäßig auf. Dies hängt von zahlreichen Umständen ab, wie von der Größe

des Explantates, von dem Ernährungszustande des Plasmas, von dem Körperzustand des Tieres, von welchem das Explantat und Blutplasma herrührt, und zuletzt auch sogar von der Jahreszeit, in der diese Versuche vorgenommen werden. Ich habe diese Versuche im Herbst, Winter und Frühling ausgeführt, und als die geeignete Jahreszeit hat sich der Herbst gezeigt. Die Degenerationserscheinungen treten ganz deutlich besonders im zentralen Teil des Präparates auf. Die degenerierten Zellen enthalten pyknotische Kerne. Auch zahlreiche zerfallene Zellkernteile sind ohne Zelleib in Präparate zerstreut zu

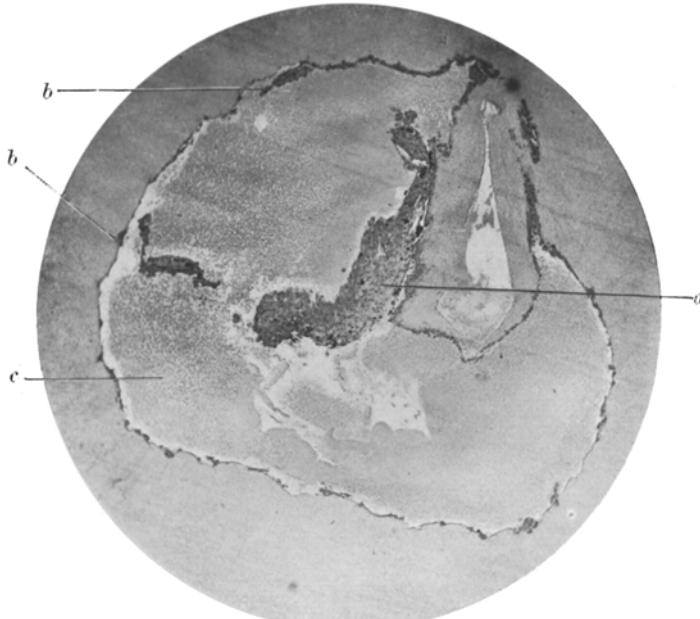


Abb. 26. Ausgekratzter Teil. Explantat nach 4 Tagen. a = Gezüchteter Ameloblastenteil.
b = Epithelwucherungen. c = Flockiges Blutplasma. Leitz, Obj. 3, Ok. 0.

beobachten. Manche Kerne, die noch von Protoplasma umgeben sind, enthalten in ihrem Zentrum Vakuolen. Die protoplasmafreien Kerne, die sich noch teilweise mit Hämatoxylin färben lassen, haben eine Struktur wie die gelappten oder mehrkörnigen Leukocyten. Die Degenerationserscheinungen äußern sich zuerst in dem Auftreten zahlreicher Rundzellen, wie es *Busse* ebenfalls beobachtet hat, mit einem oder zwei, höchstens bis drei großen, runden exzentrisch gelegenen Kernen. Der Zelleib färbt sich stärker mit Eosin. Unter diesen Rundzellen sind oft solche zu beobachten, deren Protoplasma Vakuolen oder Fettkügelchen einschließen, so daß einige sogar die Form einer Fettzelle annehmen. Die Rundzellen treten meistens an denjenigen Stellen auf, an denen

die Ernährungszustände mangelhaft scheinen, so sind sie beobachtet worden an den infizierten Stellen des Präparates und in der Nähe der Hohlräume, wo das Blutplasma fehlt. Gerade an diesen Stellen sind noch andere Zellarten zu beobachten wie kolbenförmige und spindelförmige Zellen, die zu den Bindegewebszellen zu rechnen sind. Bei der Betrachtung der verschiedenen Zellarten, die in der Gegend der Rundzellen auftreten, läßt sich vermuten, daß sie als Übergänge von den Rundzellen zu den bindegewebigen Spindelzellen anzusehen sind.

Nach diesen allgemeinen Erscheinungen, die bei der Gewebszüchtung auftreten, will ich hier über das Verhalten der einzelnen explantierten Zahnbestandteile wie des gallertartigen Pulpagewebes, Odontoblasten, Zementoblasten und Schmelzepithelien zusammenfassend berichten. Das gallertartige Pulpagewebe ist nach den Schmelzepithelien am leichtesten zu kultivieren. Die Degenerationserscheinungen breiten sich vom Zentrum in der Richtung zur Peripherie aus. Schon nach 24 Stunden sterben viele Zellen, nur die Endothelzellen der Blutgefäße und die Blutzellen selbst sind noch erhalten. Manchmal sind noch erhaltene Spindelzellen, die entlang den Nervenfasern verlaufen, anzutreffen. Im peripheren Teil sind noch erhaltene Bindegewebszellen einige Tage später zu beobachten. Die Regenerationserscheinungen treten hier auf, und es zeigen sich anfangs neugebildete Bindegewebszellen, deren Protoplasmafortsätze ins Blutplasma auslaufen. Vereinzelt sind hier auch Mitosen zu beobachten. Noch einige Tage später kann man viele solche neu gebildete Zellen antreffen, die mehr die Form der schleimigen Bindegewebszellen besitzen, und zwar lange Protoplasmafortsätze und einen ovalen Kern. Nach ihrer Anordnung und Lage kann man bei schwacher Vergrößerung dieselben für Odontoblasten halten, aber bei genauer Beobachtung zeigt sich bald, daß es sich um keine Odontoblasten handelt. Bei der weiteren Kultivierung breiten sie sich mehr und mehr in Blutplasma aus und nehmen oft eine kolbenförmige oder mehr runde Form an, besonders in den älteren Präparaten, und wahrscheinlich ist diese Formveränderung auf eine mangelhafte Ernährung zurückzuführen. Im Explantat sind anfangs auch Sproßbildungen von Endothelzellen ausgehend zu beobachten, aber nach kurzer Zeit gehen sie gemeinsam mit dem Explantat zugrunde durch Degeneration.

Die Odontoblastenschicht

habe ich aus Gründen, die schon oben angeführt waren, teilweise in Verbindung mit anderen Gewebsteilen, teilweise durch Auskratzungen selbständig zu züchten versucht. Die Befunde haben ergeben, daß schon nach Ablauf von 24 Stunden das Protoplasma seine basische Natur verliert und nach 2—3 Tagen gänzlich zerfällt und nur die Umrisse des Kerns bei Färbung mit Eosin noch wahrzunehmen sind.

In den späteren Präparaten sind die Odontoblasten nicht mehr zu beobachten, während die Endothelzellen, die in ihrem Verlauf die Odontoblasten kreuzten, noch gut erhalten sind und entlang des inneren unverkalkten Dentins verlaufen. In den gemeinsam gezüchteten Gewebsstücken sind nur das Periodontium und das schleimige Bindegewebe erhalten geblieben und teilweise gewuchert. Auch die durch Auskratzungen isoliert gezüchteten Odontoblasten teilen nach einigen Tagen das gleiche Schicksal wie die oben erwähnten, gemeinsam gezüchteten Zellen. Dagegen sind die mitgerissenen Endothelzellen gut erhalten. Auch Rund- und Spindelzellen sind dabei zu beobachten, die sich wahrscheinlich von anderen mitgerissenen Gewebsstücken entwickelt haben. In einem Präparate nach 5 Tagen waren noch Odontoblastenzellen erhalten, die ihre basischen Eigenschaften nicht verloren haben. Mitosen waren dabei keine zu beobachten. Dagegen hat sich herausgestellt, dass diejenigen Odontoblasten im Wurzelteil, die noch nicht endgültig differenziert sind, von mehr kubischer Form unregelmäßig angeordnet und noch kein Dentin bilden, doch schon nach 24 Stunden reichliche Mitosen aufweisen.

Die Zementoblasten

sind gemeinsam mit Periodontium und hartem Teil gezüchtet worden. Nach 1 oder 2 Tagen sterben die Zementoblasten ab, nur noch die aufgeblähten bläschenförmigen Kerne derselben sind manchmal anzutreffen. In einem Präparate nach 5 Tagen waren Mitosen zu sehen, die vermutlich den Zementoblasten zuzuschreiben sind.

Im Periodontiumteil

sind die Befunde gleichwie beim schleimigen Bindegewebe. Nekrose- und Wucherungsscheinungen ohne Besonderheiten sind hier zu beobachten. Die erhaltenen Bindegewebzellen zeigen noch ihre normale Richtungslage. In der Nähe der Blutplasmahohlräume sind neugebildete Spindelzellen anzutreffen, die sich von den Bindegewebzellen entwickelt haben. Die Periodontiumzellen sind noch bis 20 Tage gut erhalten, von rundlicher Form und mit großem runden Kern, in seltenen Fällen auch zwei Kernen, versehen.

Die Schmelzepithelien.

Schon nach 24 Stunden sind Degenerationserscheinungen in der inneren Schicht des Schmelzes festzustellen. Die Zylinderzellen derselben enthalten schon pyknotische Kerne, aber diese Erscheinungen sind in der benachbarten Odontblastenschicht noch stärker ausgeprägt, denn hier sind Protoplasma und Kerne fast gänzlich degeneriert. Dagegen sind im Periodontium noch gut erhaltene Zellen zu finden. Die abgeplatteten Zellen der äußeren Schmelzschicht sind in ihrer Form besonders im Wurzelteil verändert. Sie sind vergrößert, mehr

abgerundet mit verwaschenen Protoplasmagrenzen und enthalten einen blaßgefärbten ovalen oder runden Kern. Im weiteren Verlauf der Züchtung verschwinden die Zylinderzellen der äußeren Schicht gänzlich, und an ihrer Stelle sind neugebildete abgeplattete, einschichtige, spindelförmige Zellen, die manchmal auch kurz und dick sein können, zu sehen. Alle diese Zellarten sind auch im Blutplasma zu beobachten, daher sind auch Übergangsformen von polygonalen oder rundlichen Formen von Schmelzepithelien, ferner auch Mitosen anzutreffen. Bemerkenswert ist die Erscheinung, daß dort, wo das Blutplasma zum Teil flockig ist, und besonders in alter Kultur, sich lange spindelartige Zellen befinden, dagegen an anderen Stellen meistens dicke rundliche Zellen mit rundem oder ovalem Kern, der blaß gefärbt und von hellem Hof umgeben ist, auftreten. Auch sind im Blutplasma schon zum Teil degenerierte Epithelzellen, die sich schwach rot mit Eosin färben, zu sehen. Es hat sich auch gezeigt, daß an der Wurzelspitze, wo die innere Epithelschicht aus nicht differenzierten platten Zellen besteht, Anhäufungen von neugebildeten Zellen anzutreffen sind, dagegen coronarwärts, wo sich die kubischen und zylindrischen Zellen befinden, keine Neubildungen sind. Auch die schon erwähnten zwiebelartigen Zellanhäufungen waren hier anzutreffen, und zwar im Wurzelteil des Schmelzepithels, wie es das Präparat gezeigt hat. Auch einzelne Epithelzellen, die mehrere Kerne enthalten, waren dort zu sehen. In den Präparaten, die durch Übertragung im frischen Blutplasma weiter gezüchtet waren, kann man in der Nähe der kubischen Epithelzellen, die dem Dentin anliegen, neugebildete Epithelzellen von vieleckiger Form mit runden Kernen beobachten, die von den kubischen Epithelzellen abstammen. Auch im Blutplasma waren solche Zellen zu sehen, dabei waren in ihnen keine Degenerationserscheinungen festzustellen, obwohl die Züchtung 13 Tage dauerte. Mitosen waren hier öfters anzutreffen. Solche neugebildete Plattenepithelien waren auch bei den Explantationen, die mit ausgekratztem Gewebe vorgenommen waren, vorhanden, und manchmal haben sie eine mehr verdickte spindelförmige oder rundliche Form angenommen.

Wie ich in der Einleitung angeführt habe, war das Hauptziel meiner Arbeit auf dem Wege der Züchtung festzustellen, inwieweit eine Umwandlung der Odontoblasten geschehen kann. Wie aus den oben angeführten Versuchen hervorgeht, können die hochdifferenzierten Odontoblasten nicht im Explantat sich lebensfähig erhalten und weiter wachsen, denn schon nach einigen Tagen sterben sie ab und sind nicht mehr zu verfolgen, dagegen erhalten sich die Zementoblasten länger im Explantat, und es waren sogar vermutlich Mitosen anzutreffen. Also eine Umwandlung der Odontoblasten war bei meinen Versuchen nicht feststellbar. Außerdem ergeben sie, daß nicht nur Bindegewebe, wie *Veratti* behauptet, sondern auch Epithelien nicht nur lebend geblieben sind, sondern sich auch vermehrt haben. So habe ich,

wie *Uhlenhut*, der Gewebskulturen von Epithel erwachsener Frösche anstellte, die Neubildung spindeliger Zellen beobachtet, und zwar an der äußenen Seite des gitterförmigen unverkalkten Schmelzes. Sie sind sicher epithelialer Natur, wie aus den Übergangszellen zu schließen ist, denn gerade unter den letzten sind rundliche Zellen anzutreffen, deren Kerne von einem hellen Hof umgeben sind, was für ihre epitheliale Natur spricht. Nur ganz hoch differenzierte Bindegewebs- und Epithelzellen gehen schnell zugrunde, wahrscheinlich durch mangelhafte Ernährung und cytotoxische Einwirkungen. So war bei meinen Versuchen festzustellen, daß die empfindlichsten Zellen in dieser Hinsicht die Odontoblasten sind, die zuerst ganz absterben, dann folgten die inneren Zylinderschmelzepithelien und zuletzt die Zementoblasten. Es hat sich weiter ergeben, daß die gewucherten Epithelzellen unabhängig vom Bindegewebe wachsen und dort, wo besonders reichlich neugebildetes Epithelgewebe sich befindet, keine Bindegewebsneubildung erfolgt. Besonders wichtig ist die Tatsache, daß *die kubischen und abgeplatteten Epithelzellen weiter wuchern können*, denn dadurch kann man einige Aufklärung über die Histogenese einiger, von den Zähnen ausgehender Epitheliome erhalten. Schon normalerweise findet man in der Mittellinie des Gaumens, Tonsillen, Zahnfleisch Neugeborener und auch an der Zahnwurzel Erwachsener und Kinder Epithelzellen. Die letzteren zwei sind nach meiner Meinung als Überreste der Epithelleiste der Schmelzpulpa oder der noch nicht ganz entwickelten kubischen oder abgeplatteten Schmelzepithelien anzusehen. Man hat sie als zerstreut gelegene Stränge oder Nester beobachtet („Masses des débris épithéliales paradentelles“ von *Malassez, Magitot, Brunn*). Die feine Zahnkeimstruktur des menschlichen Foetus weicht von der erwachsener Kaninchen stark ab. Die Untersuchung kann bei diesen nur über Schmelzepithelien gehen, nicht aber über Epithelleisten, daher will ich hier nur über Schmelzepithelien berichten. Außerdem hat sich bei der mikroskopischen Untersuchung des Kaninchenincisivi ergeben, daß die Zylinderzellen nach Verlust ihrer Funktion ebenfalls sich abplatten, wie man es an der Außenseite des Schmelzes verfolgen kann. Diese coronar abgeplatteten Schmelzepithelien bei Kaninchen verschwinden wieder und haben kein Verhältnis zu den oben erwähnten Epithelüberresten in den Zahnwurzeln des Menschen. Wie aus der Pathologie bekannt ist, gibt es vom Zahnfleisch ausgehende Plattenepithelwucherungen, wie es *Römer* bei Alveolarpyorrhöe beschrieben hat. *Partsch, Dependorf* haben weiter auf Plattenepithelwucherungen, z. B. den Granulomen, die aus der Wurzelgegend hervorgehen, hingewiesen. Durch entzündliche Schädlichkeiten, auf Grund deren meistens eine reichliche Blutzufuhr stattfindet und günstige Ernährungsverhältnisse

bestehen, kann die Wucherung der Plattenepithelien ausgelöst werden, und es kann zu Epithelwucherungen kommen, wie es bei der Züchtung stattfindet, besonders deutlich nach der Übertragung in frisches Blutplasma. Wird durch irgendwelche Ursachen die Ernährung verschlechtert, so zeigen die neugebildeten Epithelzellen Neigung zu Degeneration und zu zwiebelartigen Bildungen, wie es in meinen Präparaten schon nach 6 Tagen deutlich hervortritt. Solche Epithelperlen und -zwiebeln sind besonders nach abklingenden entzündlichen Erscheinungen häufig zu beobachten, z. B. bei atypischen gutartigen Epithelwucherungen im Anschluß an alte Phlegmonen, bei den hyperplastischen Formen der Tuberkulose, in der Nachbarschaft anderer Geschwülste, wie Cancroidperlen, an der Oberfläche eines Fibrosarkoms des Periostes am Unterschenkel.

Die Cysten bei Granulomen entstehen, wie *Römer* zeigt, ausschließlich durch Serumansammlung; sie werden von Epithelzellen ausgekleidet. Auch *Dependorf* definiert die Cysten als isolierte von Epithelzellen ausgekleidete Hohlräume mit selbständigem Wachstum. Das Wachstum der Cyste hängt von den Epithelzellen ab: die das Granulationsgewebe durchsetzenden Epithelsprossen („Epithelglocken“ *Römer*) werden allmählich umgewandelt und nach der Cyste zu abgestoßen. Auch bei der Züchtung kann man in den gebildeten Hohlräumen des Blutplasmas Wucherung der Epithelzellen entlang derselben verfolgen und später die Auskleidung der Hohlräume von diesen Zellen beobachten (Abb. 26). Das entspricht einigermaßen den Verhältnissen bei den Wurzelcysten des Menschen, wo die Auskleidung der Hohlräume durch eine Epithelwucherung längs der Hohlräumwand erfolgt. In den oben erwähnten Granulomen und Wurzelfungositäten hat *Rumpel* leukocytenähnliche Plasmazellen beobachtet, die er als Abwehr- oder Kampfzellen bezeichnet, und deren Abstammung er vom Bindegewebe ableitet. Auch *Pröll* und *Herzog* (Fettkörnchenzellen) haben ähnliche Zellen in den Fungositäten beobachtet und sie als Makrophagen bezeichnet, die sie vom Bindegewebe ableiten. Bei meinen Züchtungsversuchen habe ich auch ähnliche Zellen beobachtet; sie sind groß, rund, stark mit Eosin färbbar und besitzen einen, öfter auch zwei oder drei runde exzentrisch gelegene Kerne, aber der typische Radspeichenbau (*Pröll*) ist bei Hämatoxylinfärbung nur angedeutet. In ihrem Zelleib findet man Fettkügelchen oder Eisenrostkörnchen; sie sind also ähnlich den Makrophagen von *Pröll*. Außerdem fanden sich — meist in der Nähe infizierter Stellen — Zellen von 3—4facher Größe gewöhnlicher Rundzellen. Übergangsformen zu Bindegewebzellen machen mir ihre Herkunft von Bindegewebzellen wahrscheinlich.

Meine Beobachtungen in den Gewebskulturen sind vielleicht auch für die Frage von der Entstehung des Oberkieferkrebs verwertbar.

Wie bekannt, sind diese meist Plattenepithelkrebs, die vermutlich durch Entdifferenzierung der Zylinderzellen der Highmor-Höhle und solchen Epithelüberresten an der Zahnwurzel, die durch die mehrfachen Einstülpungen während der embryonalen Entwicklung zurückgeblieben sind, ihren Ausgang nehmen. Den Ursprung der Malassez-schen Nester und Epithelstränge habe ich in nasalen Versuchen festgestellt. Die Entwicklung des Krebses von diesen Epithelresten ist zwar noch nicht bewiesen, noch ist an einen Zusammenhang zwischen Zahnveränderungen und Oberkieferkrebs sicher zu denken. Da nach *Loos* zwischen der Highmors-Höhle und der Wurzelspitze des Molarzahnes keine Knochensubstanz sich befindet und diese direkt in die Höhle hineinragt, so ist es nicht ausgeschlossen, daß durch Entzündung in der Nasenhöhle die Wurzelhaut in Mitleidenschaft gezogen wird und die dadurch bedingte Steigerung der Ernährung die Wucherung der letzten Epithelreste auslöst, wie es auch bei den Kulturen zu beobachten war. Es kann auch daran gedacht werden, daß die chronische ausgebreitete Zahncaries (besonders am molaren Teil) am Zahnwurzelteil die Epithelreste zur Wucherung veranlaßt und derartig unterhält, daß schließlich das destruierende und übermäßige Wachstum des Krebses entsteht.

Zusammenfassung.

Die histologischen Untersuchungen haben ergeben:

1. Der Schmelzteil am Kaninchenschneidezahn befindet sich an der vorderen Wand des Zahnes, die hinteren und seitlichen Wände sind nur von primärem Zement ausgekleidet.
2. Die linguale Kaufläche besteht aus Dentin, der labiale Rand aus Schmelz, die anderen 2 lateralen und lingualen aus Zement.
3. An der vorderen Wurzelwand liegt das Schmelzorgan, dessen Schmelzepithelien bis zur Durchbruchstelle verfolgt werden können.
4. Die großen Blutgefäße liegen der Alveolarwand an, die kleinen an der äußeren Schmelzepithelschicht.
5. Im Periodontium verlaufen die Bindegewebsfasern an der vorderen Wand in konzentrischen Schichten, an den übrigen radiär sich ausbreitend (Querschnitt).
6. Die Sharpeyschen Fasern sind wenig an der vorderen Wand des Periodontiums, reichlich an den übrigen zu beobachten.
7. Knochenrhagaden sind nur an dem lingualen Alveolarfach zu beobachten.

Die Explantationsversuche haben ergeben:

1. Hochdifferenzierte Zellen gehen schnell in Degeneration über und zeigen keine Wucherungsvorgänge. Am empfindlichsten sind die Odontoblasten, dann folgen die Zylinderschmelzepithelien und zuletzt die Zementoblasten.

2. Die nicht differenzierten Zellen, z. B. die noch nicht ganz entwickelten, abgeplatteten inneren Schmelzepithelien, Odontoblasten an den Wurzelspitzen zeigen deutliche Mitosen und reichlich Wucherung.
3. Die Bindegewebszellen der Weichteile zeigen üppige Wucherung.
4. Die äußeren Schmelzepithelien wuchern ebenfalls, und dabei entstehen den Cancroidperlen ähnliche zwiebelschalenartige Epithelnester.
5. Die Epithelzellen wuchern unabhängig vom Bindegewebe, und wo die Epithelzellen besonders reichlich sich vermehren, fehlt Bindegewebswucherung.
6. Die Epithelzellen wuchern entlang der Grenzen des flüssigen und harten Nährbodens.

Zum Schlusse Herrn Geh.-Rat Prof. Dr. Lubarsch meinen ergebensten Dank für die gütige Unterstützung bei meiner Arbeit.

Literaturverzeichnis.

- ¹⁾ Grawitz, Die Bindegewebsveränderungen in Plasmakultur. Dtsch. med. Wochenschr. 1915, 1. Hälfte. — ²⁾ Busse, Otto, Welcher Art sind die Rundzellen, die bei den Gewebskulturen? Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **239**. —
- ³⁾ Robert, A., Lambert und Frederick M. Hanes, Beobachtungen in Gewebskulturen in vitro. — ⁴⁾ Erdmann, Rhoda, Einige grundlegende Ergebnisse der Gewebszüchtung aus den Jahren 1914—1920. Zeitschr. f. d. ges. Anat. **23**. 1921. — ⁵⁾ Allgemeines, Die Kultur der Gewebe außerhalb des Organismus. Arch. f. Zahnheilk. **191**, Nr. 9. — ⁶⁾ Oppel, Albert, Explantation. (Sammelbericht.) Zentralbl. f. Zool., Allgemeine und experimentelle Biologie **3**, Heft 6/7. 1913. — ⁷⁾ Carrel, Alexis, Artificial Activation of the Growth in Vitro of connective Tissue. Journ. of exp. med. **17**, Nr. 1. 1913. — ⁸⁾ Loeb, Leo, Über das Wachstum des Epithels. Arch. f. Entwicklungsmech. d. Organismen **13**, Heft 4. 1902. — ⁹⁾ Terra, Paul de, Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten. 1911. — ¹⁰⁾ Brandt, L., Lehrbuch der Zahnheilkunde 1890. — ¹¹⁾ Abbot, Franz, Teeth of Rabbits. Dental Cosmos **29**, Nr. 10. — ¹²⁾ Wullstein und Wilms, Lehrbuch der Chirurgie. Bd. 1. — ¹³⁾ v. Hansemann, Atlas der bösartigen Geschwülste. — ¹⁴⁾ Ribbert, Hugo, Das Carcinom des Menschen. 1911. — ¹⁵⁾ Hadda, S., Die Kultur lebender Körperzellen. Berl. klin. Wochenschr. 1912, Heft 1. — ¹⁶⁾ Stach, M. Jean, Die Ontogenie der Schneidezähne bei Lepus cuniculus L.; Beitrag zur Frage über die Stammesgeschichte der Nagetiere. Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau **2**. 1910. — ¹⁷⁾ Krumbach, Thilo v., Die unteren Schneidezähne der Nagetiere nach Gestalt und Funktion betrachtet. Zool. Anz. 1904, Nr. 9. — ¹⁸⁾ Loos, Alveolarfortsatz im Oberkiefer. (Sonderdruck) 1900. — ¹⁹⁾ Rumpel, C., Histopathologische Studien über Zahngrenulome. Korrespondenzbl. f. Zahnärzte 1911. — ²⁰⁾ Port-Euler, Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1920. — ²¹⁾ Reiniger, Albert, Anatomie und Ontogenie der beiden Dentitionen von Lepus cuniculus. Inaug.-Diss. Erlangen 1900. — ²²⁾ Dependorf, Theodor, Zahncysten. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1910, Heft 4. — ²³⁾ Adloff, Zur Frage der Herkunft des Epithels in den Wurzelcysten. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1912, Heft 3. — ²⁴⁾ Proell, Fr., Weiteres zur Mikroskopie der Granulome und Zahnwurzelcysten. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1913, Nr 1. — ²⁵⁾ Römer, Über die erste Entstehung des Hohlräumes in Zahnwurzelcysten. Vierteljahresschr. f. Zahnheilk. 1923, Heft 1. — ²⁶⁾ T. Shmamine, Das sekundäre Zement. Dtsch. Zahnheilk., Heft 13.