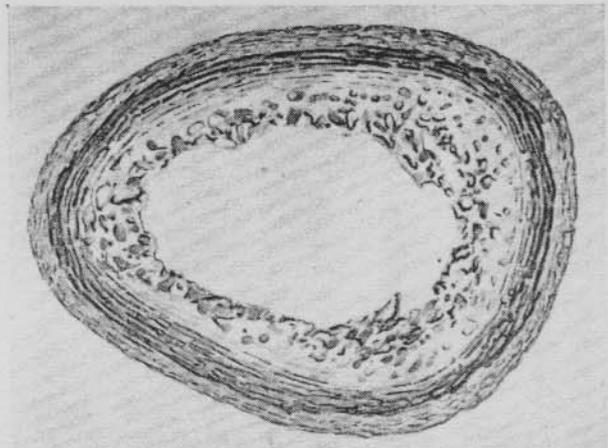


Als älteste Anwendungsart von Farbstoffen bei mikroskopischen Untersuchungen verdient die Vitalfärbung besonderes Interesse. Vitalfärbungen nannte Alfred Fischel (1868–1938) im Jahre 1903 alle jene Färbungsarten, die am lebenden Tier vorgenommen und ohne ersichtlichen Schaden von ihm ertragen werden können.

Daß es sich bei der Rotfärbung der Knochen wachsender Tiere nach Krappverfütterung um eine solche Vitalfärbung handelt, wurde auf Seite 3076 schon angeführt. Nachdem Karl Graebe und Karl Liebermann im Jahre 1868 das färbende Prinzip der Krapp-Pflanze, das Alizarin, synthetisch hergestellt hatten, wurde aber die Krappfütterung nur noch vereinzelt zu Studien über die Knochenbildung verwendet. Wegen der genaueren Dosierungsmöglichkeit ist man fast allgemein dazu übergegangen, bei derartigen Untersuchungen den Tieren alizarinsaures Natrium zu injizieren. Dieser Farbstoff verankert sich nur an den Kalksalzen des neu entstehenden Knochens, der alte, schon erhärtete Knochen bleibt dagegen ungefärbt. Wiederholt man in bestimmten Zeitabständen die Alizarininjektionen, dann können in Schnittpräparaten z. B. die schichtweisen Ablagerungen des neugebildeten Knochens aufs deutlichste erkannt werden. Solche Querschnittsbilder erinnern lebhaft an die Jahresringe der Bäume.

Ein anderer Typus der Vitalfärbung wurde schon auf Seite 3078 erwähnt, die Aufnahme von Karmin in Substanz durch lebende Zellen, bei der es sich um das Phagocytieren der Karminkörner handelt. Daß sich gerade Karmin für derartige physiologische Versuche besonders gut eignet, mag nicht zum wenigsten daran liegen, daß die Karminkörner infolge ihrer Ungiftigkeit als indifferente Körper wirken. Von der Vitalfärbung einzelliger Tiere mit Karmin bis zu gleichartigen Studien an mehrzelligen Organismen war nur ein Schritt, den zuerst N. Chrzonszczewski im Jahre 1864 durch seine Untersuchungen über die Füllung der Harnkanälchen mit ammoniakalischem Karmin getan hat.

Aus dem Jahre 1869 stammt eine eingehende Untersuchung über die Verteilung des parenteral einverleibten Karmins im Wirbeltierkörper von F. A. Hoffmann und P. Langerhans, die auf Anregung von Rudolf



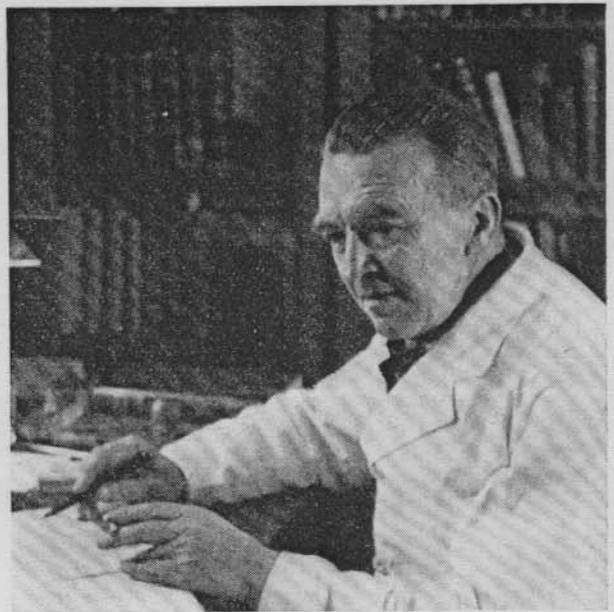
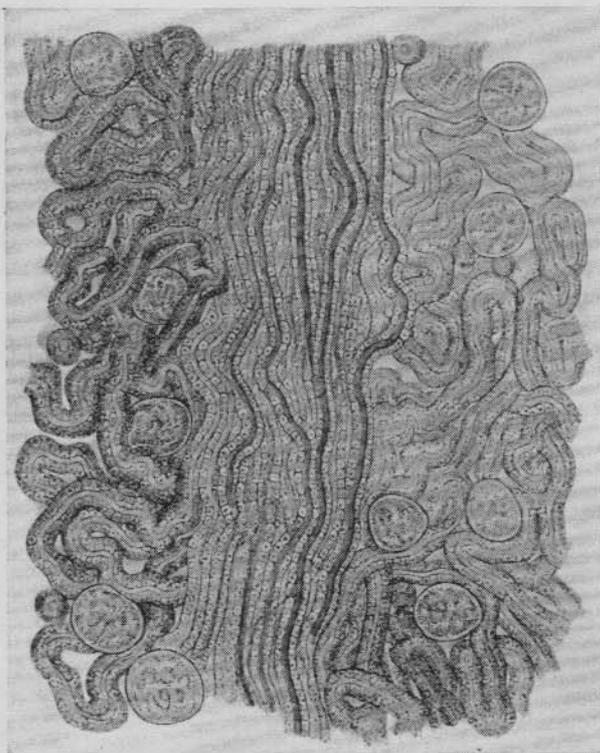
Knochen-Querschnitt von einem mit Krapp gefütterten Tier. Man erkennt die geschichtete Auflagerung des neugebildeten, durch den Krapp rotgefärbten Knochens. Aus: A. Koelliker, «Die normale Resorption des Knochengewebes». Leipzig 1873.

Virchow ausgeführt wurde. Sie ergänzte noch ältere Forschungen von Julius Cohnheim (1839–1884) aus dem Jahre 1867, der den Farbstoff vor allem in der Milz und der Leber feststellte, und Studien von Friedrich Daniel v. Recklinghausen (1833–1910), der im gleichen Jahre auch das Knochenmark als einen Ort der Farbstoffanhäufung erkannt hatte. Daß sich bestimmte Zellen des Bindegewebes mit parenteral zugeführten Farbstoffen beladen können, beschrieben F. A. Hoffmann und Recklinghausen im Jahre 1868. Endlich konnte E. Ponfick 1869 nachweisen, daß auch in den Lymphknoten und in der Niere beträchtliche Farbstoffmengen gespeichert werden. All diese Versuche führten zu wichtigen Aufklärungen darüber, wie sich der Farbstoff im Wirbeltierkörper verteilt, wo er abgelagert und wie er ausgeschieden wird. Damit aber wurden, wenigstens grundsätzlich und bis zu einem gewissen Grad richtungweisend, der modernen physiologischen und pathologischen Forschung einige neue interessante Arbeitsgebiete eröffnet. Es sei nur die von Ludwig Aschoff (1866–1942) geschaffene und im Jahre 1924 veröffentlichte Lehre vom reticulo-endothelialen System genannt, nach der verschiedene Zellarten des Wirbeltierkörpers, nämlich Endothelien, Histiocyten und Reticulumzellen als ein zusammengehöriges System aufzufassen sind, weil ihnen gemeinsam die Funktion zukommt, aus dem strömenden Blut bestimmte Substanzen aufzunehmen und zu verarbeiten.

Dieser Ausbau der Vitalfärbung konnte erst erfolgen, nachdem weitere geeignete Farbstoffe hergestellt worden waren. Die Einführung solcher Farbstoffe, die übrigens größtenteils ebenfalls Teerkohlenwasserstoffe sind, in die Untersuchungsmethodik der Absonderungs- und Resorptionsvorgänge ist an die Namen N. Chrzonszczewsky (1866), R. Heidenhain (1874) und R. v. Wittich (1875) geknüpft. Chrzonszczewsky studierte die Gallenabsonderung mit Hilfe von indigschwefelsaurem Natrium, während die Untersuchungen von Heidenhain und von v. Wittich die Ausscheidung von Farbstoffen durch die Nieren betreffen.

Die chemischen Grundlagen für die Verwendung der Farbstoffe zur Vitalfärbung wurden von Paul Ehrlich, und zwar in den Jahren 1885–1894, ausgearbeitet. Ehrlich benutzte die Vitalfärbung nur als Hilfsmittel bei seinen Arbeiten über chemotherapeutisch wirksame Stoffe; er hoffte mit ihnen die Orte der Verankerung seiner Versuchspräparate im Gewebe feststellen zu können. Bei dem Studium der chemischen Veränderungen, die die Farbstoffe im Organismus erfahren, erkannte er u. a. auch die dabei vorkommenden Oxydations- und Reduktions-

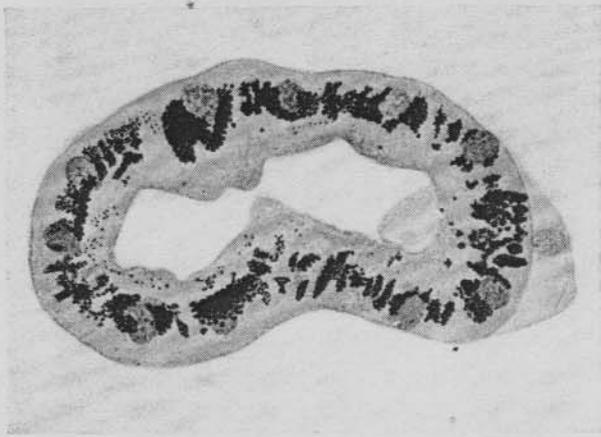
Indigkarmin-Ausscheidung durch die Niere als Beispiel einer auf Vitalfärbung basierenden Experimental-Untersuchung. Nach R. Heidenhain, in: Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 10, 1874.



Wilhelm v. Möllendorff (geb. 1887), Professor der Anatomie in Zürich, veröffentlichte wichtige Arbeiten über die Theorie der histologischen Färbung und trug durch systematische Verwendung der Vitalfärbung viel zu ihrer Verbreitung bei. Nach einer Photographie.

vorgänge; in der modernen Physiologie haben diese Vorgänge seither eine große Bedeutung für die Beurteilung des Zellstoffwechsels gewonnen.

Zur Vitalfärbung werden sowohl saure als auch basische Farbstoffe verwendet. Die Studien mit sauren Farbstoffen erwiesen, daß sich diese bei parenteraler Zufuhr gleich verhalten wie viele in der Natur vorkommende Substanzen, z. B. Gallenfarbstoffe, kolloide Metalle, Kohleteilchen, überhaupt körnige Substanzen, auch Bakterien und Zelltrümmer. Die Untersuchungen über die Aufnahme, die Speicherung und die Ausscheidung vital zugeführter saurer Farbstoffe erlauben also auch Rückschlüsse auf den Weg und die Exkretionsart der anderen genannten Substanzen im Organismus. Ein saurer Vitalfarbstoff, der sich zu solchen Versuchen besonders gut eignet, ist das im Jahre 1904 zuerst von Hugo Ribbert (1855–1920) verwendete Lithionkarmin. E. E. Goldmann (1863–1913), ein Schüler Ehrlichs, hat für seine 1909–1913 veröffentlichten Untersuchungen besonders das Pyrrolblau benutzt, das heute aber durch das Trypanblau fast ganz verdrängt ist. Seine systematischen Arbeiten galten vor allem dem Ziel, die Verbreitungswege des parenteral zugeführten Farbstoffes im Tierkörper zu erforschen. Goldmann konnte feststellen, daß das Pyrrolblau besonders von bestimmten Zellen aufge-



Proximaler Teil des Hauptstückes einer Mäuseniere nach vitaler Speicherung von Lithionkarmin (48stündiger Versuch): Reihenstellung der Granula, Beginn der Klumpung. Nach v. Möllendorff. Aus: Anatomische Hefte Bd. 53, 1915.

nommen wurde, die er deshalb «Pyrrolzellen» nannte. Seine Auffassung, daß die angefärbten Granula Ausscheidungsorgane der Zelle seien, wird heute nicht mehr anerkannt. Goldmanns Untersuchungen gaben aber anderen Forschern, die sich gleichfalls mit Studien über die Vitalfärbung befaßten, außerordentlich fruchtbare Anregungen und sind deshalb von bleibendem Wert für diese Arbeitsweise. Um nur einige weitere hier in Betracht kommenden Anwendungen anzudeuten, seien noch die Studien von R. R. Bensley über Mitochondrien (1911) und die von G. Dubreuil an Peritonealzellen (1914) erwähnt.

Um die Abklärung der theoretischen Grundlagen der Vitalfärbung erwarben sich besondere Verdienste Ch. A. L. Evans und Schulemann (1915) sowie W. v. Möllendorff mit mehreren in den Jahren 1914 bis 1925 veröffentlichten Untersuchungen. Ihnen gelang der Nachweis, daß neben anderen Faktoren der Dispersitätsgrad der Vitalfarbstoffe maßgebend ist für die Schnelligkeit und die Konzentration der Ausscheidung des einverleibten Farbstoffes. Alle sauren halbkolloidalen Farbstoffe werden, manchmal erst nach vorübergehender Diffusfärbung, in bestimmten Zellen langsam in Vakuolen gespeichert, die wahrscheinlich in Form feinsten, an der Grenze der Sichtbarkeit liegender Körnchen

schon vorgebildet sind. Wichtige Erkenntnisse, die durch systematisch angewendete Vitalfärbungen gewonnen wurden, betreffen z. B. die Niere, in der die Rückresorption auch morphologisch nachgewiesen werden konnte (s. nebenstehende Abbildung), ferner die Funktion des Nebenhodens und die Eigenschaften der verschiedenen Zelltypen des lockeren Bindegewebes.

Vitalfärbungen mit basischen Substanzen, wie Neutralrot, Nilblausulfat oder Methylenblau, haben vor allem die cytologischen Studien wesentlich gefördert, da die Beobachtung feinsten Zelleinschlüsse durch die Färbung erheblich erleichtert wird. Basische Vitalfarbstoffe werden zuerst von den tropfenartigen Einschlüssen aufgenommen, die in den Zellen regelmäßig vorhanden sind; wird das Angebot von Farbstoffen dann noch fortgesetzt, so entstehen in den Zellen weitere Einschlüsse gleicher Art, deren Bildung wahrscheinlich eine Folge der experimentell verursachten Reizwirkung ist. Von Bedeutung ist, daß sich in den Zellen anscheinend nur paraplastische, das heißt nicht aktiv an den Lebensvorgängen beteiligte Einlagerungen durch basische Farbstoffe vital färben lassen. Eine bisher nicht aufgeklärte Sonderstellung nehmen nur die vitale Sichtbarmachung der Plastosomen durch Janusgrün B und die «supravitale» Färbung der Nervenfasern durch Methylenblau ein.

Im ganzen gesehen wird die Vitalfärbung viel häufiger zur Aufklärung physiologischer Vorgänge benutzt als zu morphologischen Untersuchungen. Als Arbeitsmethode ist die Vitalfärbung zwar bei bestimmten Fragestellungen gut zu verwenden, die mit ihrer Hilfe gewonnenen Befunde müssen aber immer sehr kritisch ausgewertet werden. Vor allen Dingen ist nicht zu vergessen, daß die Vitalfärbung einen Eingriff in den lebenden Organismus bedeutet, der gezwungen wird, körperfremde Substanzen von sehr verschiedenartigen Eigenschaften, z. B. hinsichtlich des Dispersitätsgrades, der Löslichkeit und der elektrischen Ladung, zu verarbeiten.

Privin

zur Anschwellung der Schleimhäute
in der Nase und im Rachenraum
