

DAS STERNALMARK

VON

H. TEICHER



VERB. GEORG THIEME · LEIPZIG

DAS STERNALMARK

VON

DR. MED. H. TEICHER

OBERARZT DER MEDIZINISCHEN KLINIK
DER MEDIZINISCHEN AKADEMIE ERFURT

MIT 145 FARBIGEN ABBILDUNGEN



VEB GEORG THIEME · LEIPZIG

Alle Rechte vorbehalten
Copyright 1958 by VEB Georg Thieme, Leipzig
Veröffentlicht unter der Lizenznummer 211 / Gen.-Nr. 490/56/58
des Ministeriums für Kultur, HV Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik
Auftragsnummer des Verlages 56
Satz und Druck: Förster & Borries, Zwickau (Sachs) III/29/1
Printed in Germany

INHALTSVERZEICHNIS

Punktion und Präparat	9
Das normale Sternalmark	17
Entwicklung der Erythrozyten	18
Entwicklung der neutrophilen Granulozyten	27
Entwicklung der eosinophilen Granulozyten	34
Entwicklung der basophilen Granulozyten	37
Entwicklung der Thrombozyten	40
Entwicklung der Lymphozyten	44
Entwicklung der Plasmazellen	47
Monozyten	52
Retikulumzellen	53
Makrophagen	55
Fettzellen	56
Gewebsbasophile	58
Endothelzellen	59
Osteoblasten und Osteoklasten	60
Myelogramm	63
Markbilder	64
Das pathologische Sternalmark	
Erkrankungen mit Steigerung der normalen Erythropoese	70
Erythroblastose	72
Perniziöse Anämie	75
Chronische Myelose	82
Akute Myelose	87
Lymphadenose	92
Essentielle Thrombopenie	95
Aplastische Myelopathien	97
Retikulosen	101
Lipoidspeicherkrankheiten	105
Lymphogranulomatose	107
Plasmozytom	110
Phagozytose	114
Tumormetastasen	116
Literatur	120
Sachverzeichnis	121

H.TEICHER · DAS STERNALMARK

DAS STERNALMARK

VON

DR. MED. H. TEICHER

OBERARZT DER MEDIZINISCHEN KLINIK
DER MEDIZINISCHEN AKADEMIE ERFURT

MIT 145 FARBIGEN ABBILDUNGEN



VEB GEORG THIEME · LEIPZIG

Alle Rechte vorbehalten
Copyright 1958 by VEB Georg Thieme, Leipzig
Veröffentlicht unter der Lizenznummer 211 / Gen.-Nr. 490/56/58
des Ministeriums für Kultur, HV Verlagswesen der Deutschen Demokratischen Republik
Auftragsnummer des Verlages 56
Satz und Druck: Förster & Borries, Zwickau (Sachs) III/29/1
Printed in Germany

V O R W O R T

Dieses Buch will in knapper, aber anschaulicher Form die Grundlagen der Zellmorphologie des roten Knochenmarkes vermitteln. Seit Einführung der Sternalpunktion durch Arinkin in den Jahren 1928/29 ist die Literatur dieses Teilgebietes der Hämatologie bereits ins Unermeßliche angewachsen. Eine einfache, übersichtliche Darstellung der auf den ersten Blick recht kompliziert erscheinenden Verhältnisse des Sternalmarkes erscheint daher gerechtfertigt.

Da gegenwärtig über zellgenetische Probleme noch recht verschiedene Ansichten vertreten werden, hält sich die Darstellung im wesentlichen an die polyphyletische Auffassung der Zellentwicklung, wie sie Undritz vorschlägt. Außerdem werden die einzelnen Zellsysteme bei ihrer Abhandlung hier zwanglos nebeneinandergestellt. Damit erübrigt sich ihre keinesfalls einheitlich gehandhabte und auch nicht unbedingt notwendig erscheinende Zuordnung zu größeren Zellgruppen.

Mit den Schwierigkeiten der in der Hämatologie gebräuchlichen Nomenklatur hat sich wohl jeder Autor auseinanderzusetzen. Immer wieder werden einmal zusätzlich neue Synonyma eingeführt, wodurch sicherlich manchmal logisch richtigere Wortbildungen entstehen. Oft erscheinen diese jedoch wegen ihrer Kompliziertheit kaum geeignet, alteingebürgerte, wenn auch bisweilen nicht ganz korrekte Bezeichnungen, zu verdrängen. Daher wird hier versucht, unter entsprechenden Hinweisen die alte, gebräuchliche Nomenklatur, soweit vertretbar, beizubehalten. Dadurch soll besonders dem Studierenden unter Weglassen von Begriffen, die nur zu Verwirrung Anlaß geben können, die Übersicht über dieses morphologisch so reichhaltige Gebiet erleichtert werden.

Neben beschreibendem Text nehmen in diesem Buch Abbildungen, die nach der mikroskopischen Betrachtung ohne besondere technische Hilfsmittel gezeichnet worden sind, eine bevorzugte Stellung ein. In Ergänzung eigener Präparate sind mir für deren Anfertigung zusätzlich einige sehr schöne Sternalmarkausstriche zur Verfügung gestellt worden. An dieser Stelle darf ich deswegen Herrn Professor Dr. Brednow, Jena, herzlichen Dank sagen für die Überlassung des Präparates zu Abbildung 124. Freundlicherweise stellten ferner zur Verfügung Herr Dr. Neutsch, Erfurt, die Präparate zu den Abbildungen 7, 136 und Herr Dr. Schreiber, Erfurt, die Präparate zu den Abbildungen 114, 115, 126, 131, 134, 141, 142, 145.

Auch auf dem Gebiet der Mikrophotographie, dem zunehmende Bedeutung beigemessen wird, habe ich an unserer Klinik mehrjährige Erfahrung sammeln können. Es hat sich aber immer wieder gezeigt, daß ein handgemaltes Bild besser geeignet ist, den visuellen Eindruck, den man beim Betrachten eines Präparates hat, zu demonstrieren als ein gegenwärtig doch noch mit mancherlei Nachteilen behaftetes Mikrophotogramm, bevor es nachträglich eingreifenden Korrekturen unterworfen worden ist. Unter diesem Gesichtspunkt sind auch die Markbilder ohne Idealisierung und ohne bewußt subjektive Hervor-

hebung bestimmter Strukturen, wie sie beispielsweise fast stets die Nukleolen erfahren, so gebracht, wie man sie tatsächlich sieht.

In diesem Rahmen allerdings eine erschöpfende Darstellung der Zellmorphologie zu geben, ist bei der überaus großen Variationsbreite, wie sie bereits innerhalb des normalen Markes, viel ausgeprägter aber noch im Bereich des pathologischen Geschehens entgegentritt, unmöglich. Lediglich einige Beispiele können eine Vorstellung davon vermitteln, welche differenten Bilder die physiologische, welche grotesken Erscheinungsformen die krankhafte Hämatopoese bieten kann. Auf die Wiedergabe von allen Markbefunden, die sich zwischen diesen Antipoden des Normalen und extrem Pathologischen befinden, muß verzichtet werden, da sonst der Umfang dieser Arbeit ins Endlose anwachsen würde. Allerdings sei darauf hingewiesen, daß gerade derartige Übergänge die größten diagnostischen Schwierigkeiten bereiten können. Ebenfalls nicht erfaßt sind schließlich Krankheitsbilder, die sich im Knochenmark durch nur verhältnismäßig geringfügige Veränderungen abzeichnen und deswegen aus diagnostischen Gründen wohl kaum je Veranlassung zur Vornahme einer Sternalpunktion geben.

Erste Anregungen zu dieser Arbeit danke ich noch Herrn Professor Dr. Veil. Unter ständiger Förderung durch Herrn Professor Dr. Brednow durfte ich an der Medizinischen Universitätsklinik Jena eine große Zahl von Sternalmarkpräparaten anfertigen und für den geplanten Atlas auswerten.

Ganz wesentliche Erweiterungen und ihren Abschluß fand die Arbeit an der Medizinischen Klinik der Medizinischen Akademie Erfurt. Deren Leiter, Herr Professor Dr. Sundermann, der von den ersten Anfängen bis zur Vollendung immer beratend und anregend zur Seite stand, bin ich zu besonderem Dank verpflichtet.

Einer Extrawürdigung bedarf die jahrelange, mühevoll Kleinarbeit der Kunstanstalt Sinsel & Co., Leipzig, die in mustergültiger Weise die Andrucke zu allen Abbildungen hergestellt hat. Die Drucklegung ist in bewährter Form durch die Firma Förster & Borries, Zwickau, erfolgt.

Letzten Endes aber hat — stets großzügig und entgegenkommend — als Verlag der VEB Georg Thieme, Leipzig, unter Berücksichtigung aller Wünsche den Atlas so ausgestattet, wie er nunmehr seinen Weg antritt.

Erfurt, 1957

H. TEICHER

INHALTSVERZEICHNIS

Punktion und Präparat	9
Das normale Sternalmark	17
Entwicklung der Erythrozyten	18
Entwicklung der neutrophilen Granulozyten	27
Entwicklung der eosinophilen Granulozyten	34
Entwicklung der basophilen Granulozyten	37
Entwicklung der Thrombozyten	40
Entwicklung der Lymphozyten	44
Entwicklung der Plasmazellen	47
Monozyten	52
Retikulumzellen	53
Makrophagen	55
Fettzellen	56
Gewebsbasophile	58
Endothelzellen	59
Osteoblasten und Osteoklasten	60
Myelogramm	63
Markbilder	64
Das pathologische Sternalmark	
Erkrankungen mit Steigerung der normalen Erythropoese	70
Erythroblastose	72
Perniziöse Anämie	75
Chronische Myelose	82
Akute Myelose	87
Lymphadenose	92
Essentielle Thrombopenie	95
Aplastische Myelopathien	97
Retikulosen	101
Lipoidspeicherkrankheiten	105
Lymphogranulomatose	107
Plasmozytom	110
Phagozytose	114
Tumormetastasen	116
Literatur	120
Sachverzeichnis	121

PUNKTION UND PRÄPARAT

Zur intravitalen Markgewinnung verwendet man heute am vorteilhaftesten eine kurze, kräftige, an ihrer Spitze schräg geschliffene Punktionsnadel. Ihr Lumen von etwa 1 mm Durchmesser wird von einem festsitzenden Mandrin verschlossen. Eine Sperrvorrichtung, die am zweckmäßigsten mittels Schraubgewindes auf der Kanüle arretierbar ist, sichert vor zu tiefem Einstechen (Abb. 1).

Als Stelle der Punktion wählt man gewöhnlich das Sternum in seiner Mittellinie in Höhe des zweiten Interkostalraumes. Auch Manubrium (Arinkin) und tiefere Stellen des Corpus sterni bis zur Höhe des vierten und fünften Interkostalraumes werden punktiert. Tibia und Crista ilica pflegt man beim Kleinkind, Crista ilica und Dornfortsätze der unteren Brust- sowie der Lendenwirbelsäule bisweilen auch beim Erwachsenen zu punktieren.

Zwei bis fünf Minuten nach Novocainanästhesie, die besonders die Schmerzempfindlichkeit des Periostes ausschalten soll, führt man die Punktion durch. Mit der Frankeschen Nadel kann zuvor die Epidermis durchtrennt werden. Hat man mit der Punktionsnadel den Knochen erreicht, durchbohrt man dessen etwa 0,5 bis 1,0 mm starke Lamina externa und bricht mit dem Gefühl plötzlich nachlassenden Widerstandes in den 5 bis 15 mm tiefen Markraum ein. Die Arretiervorrichtung verhindert ein Durchstoßen der Lamina interna und vergewissert außerdem stets über die bereits erreichte Tiefe, was bei besonders widerstandsfähigem, aber auch bei osteoporotischem Knochen von Vorteil sein kann.

Anschließend entfernt man den Mandrin vorsichtig und setzt der Punktionsnadel eine gut ziehende Rekordspritze, die bereits mit steriler Natrium-citricum-Lösung benetzt sein kann, fest auf. Größere Spritzen von 10 bis 20 ccm werden bevorzugt, da man mit ihnen eine kräftigere Saugwirkung ausüben kann. Durch Zurückziehen des Kolbens wird nunmehr eine kleine Menge Mark — bis zu 1 ccm — aspiriert, wobei man den Patienten darauf hinweisen wird, daß dieser Vorgang ein kurzes Schmerzgefühl auslöst. Gelingt es trotz richtiger Lage der Kanülenspitze nicht, Markteilchen anzusaugen, kann man versuchen, diese mit etwas physiologischer Natriumzitat- oder Natriumchloratlösung aus ihrem Verbands zu lösen und mit der Spülflüssigkeit zu aspirieren.

Bei der Anfertigung des Objektträgerpräparates ist man bestrebt, möglichst nur Mark und kein peripheres Blut auszustreichen. Man kann zu diesem Zweck Inhalt von Rekordspritze und Punktionsnadel in ein Uhrglasschälchen, das vorteilhaft Natrium-citricum-Lösung enthält, ausspritzen, die Markbröckchen aus dem stets beigemengten Blut herausuchen und auf bereitgelegte Objektträger schieben. Der Spritzeninhalt kann auch direkt auf das untere Drittel bereits etwas schräggelegter Objektträger aufgetropft werden. Diese kippt man dann auf untergelegtem Fließpapier oder Zellstoff rasch senkrecht, um so das Blut ablaufen bzw. absaugen zu lassen. Danach kann man ein Deckgläschen an die kleinen

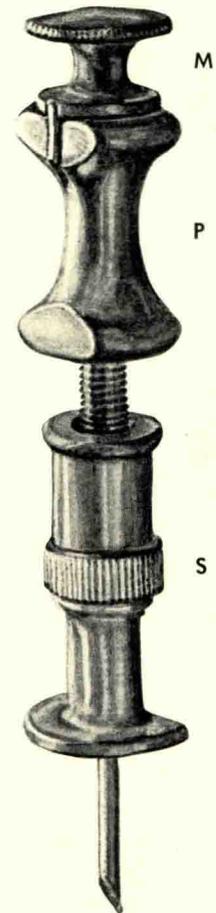


Abb. 1. Beispiel einer Punktionsnadel.
P=eigentliche Punktionskanüle, M=Mandrin, S=Sperrvorrichtung

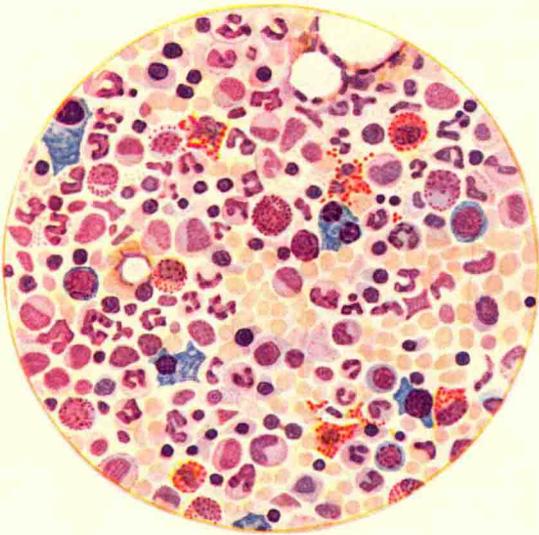


Abb. 2. Ein technisch gutes Präparat, in dem die Zellen eine dichte, aber gut zu übersehende Verbandstruktur bilden

Markbröckchen heranführen, die nunmehr an diesem anhaften und entsprechend der beim Ausstreichen peripheren Blutes geübten Technik ausgezogen werden. Eine andere Methode empfiehlt, sich an Stelle des Deckglases eines Holzstäbchens zu bedienen, das besonders günstige Eigenschaften zum Haften und Verstreichen des Zell-

materials besitzt. Schließlich läßt sich auch durch einen zweiten, mittels sanften Druckes planparallel aufgelegten Objektträgers und nachfolgendem einmaligen vorsichtigen Auseinanderziehen ein guter „Quetsch“-Ausstrich herstellen. — Von einer technisch einwandfreien Ausführ-

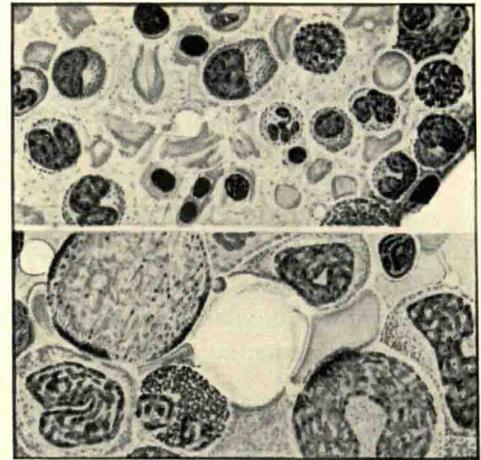


Abb. 3. Zwei verschiedene Stellen des gleichen Präparates zeigen völlig andere Größenverhältnisse der Knochenmarkzellen, die teils durch die Technik des Ausstreichens, teils durch strukturelle Besonderheiten bedingt sein können

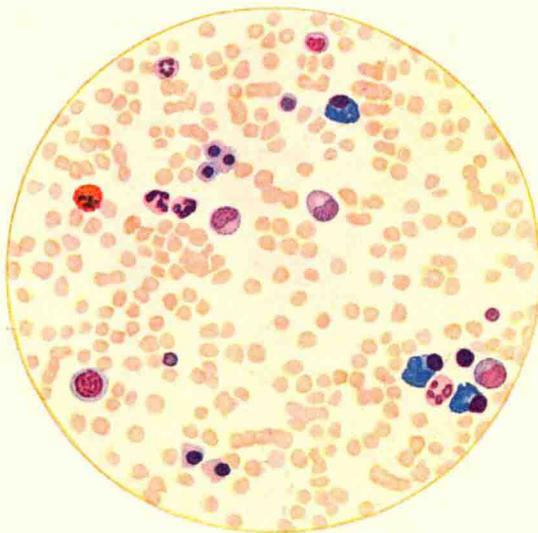


Abb. 4. Ein Präparat, das praktisch einen Blutausstrich darstellt und keine richtige Beurteilung der Markverhältnisse zuläßt



Abb. 5. Fibrinfäden und Zellartefakte, die die Folge zu langsamen und zu kräftigen Ausstreichens sind, können ein Präparat völlig wertlos machen

rung einer dieser Methoden ist die Qualität des Präparates abhängig, das im wesentlichen ein sauberes und übersichtliches Zellbild bieten soll (Abb. 2). Die einzelnen Markelemente können dabei in verschiedenen Bezirken des gleichen Ausstriches erhebliche Größenunterschiede aufweisen (Abb. 3).

Zu dürrtigen und kaum auswertbaren Präparaten kann eine übermäßige Beimengung peripheren Blutes führen (Abb. 4). Ferner können nach zu langsamem Arbeiten Fibrinfäden den Ausstrich sehr verunstalten, da die Gerinnungsvorgänge im Knochenmark rascher als im peripheren Blut einsetzen. Meist sind in diesen Fällen auch die Zellen lädiert, unter Umständen bereits bis zur Undifferenzierbarkeit zerstört (Abb. 5).

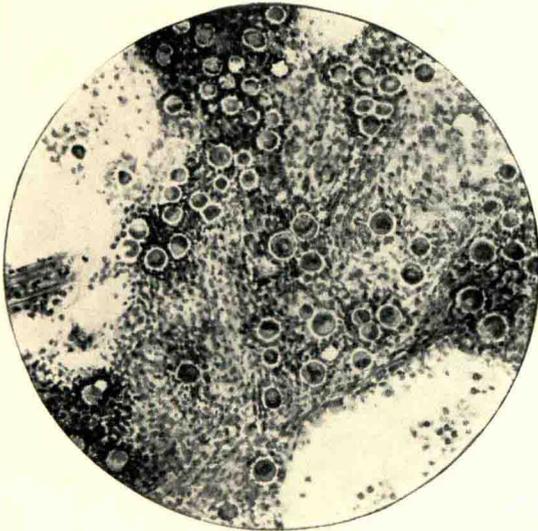


Abb. 6. Die Übersichtsvergrößerung läßt ganz besonders eindrucksvoll die hier vorliegende Megakaryozytenvermehrung erkennen

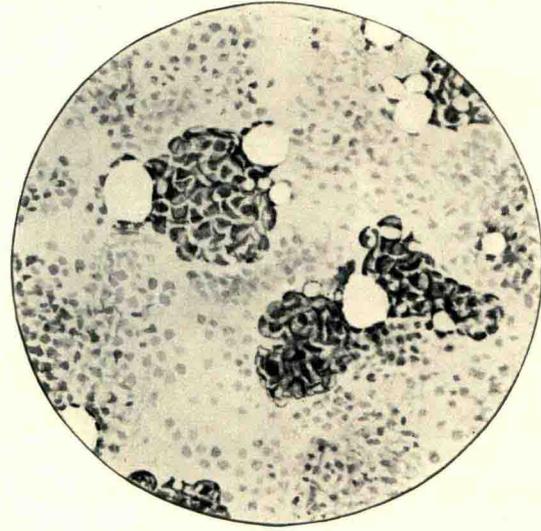


Abb. 7. Viel schneller sind bei kleinerer Vergrößerung Mikro-metastasen eines malignen Tumors zu erfassen

24 Stunden nach Anfertigung des Ausstrichpräparates soll optimale Färbbarkeit gewährleistet sein. Für den allgemein praktischen Bedarf haben sich besonders die panoptische Färbemethode nach Pappenheim, daneben diejenigen nach Giemsa und Wright am besten bewährt.

Färbung nach Pappenheim: 5 Minuten die fixierende May-Grünwald-Lösung einwirken lassen, abspülen und 15 bis 30 Minuten mit verdünnter, frisch bereiteter Giemsa-Lösung (0,3 ml = 10 Tropfen Giemsa-Stammlösung auf 10 ml Aqua destillata) nachfärben.

Färbung nach Giemsa: Nach 15 Minuten Fixierung mit Methylalkohol Färbung mit frisch zubereiteter, verdünnter Giemsa-Lösung (wie bei Färbung nach Pappenheim angegeben) 15 bis 30 Minuten lang.

Färbung nach Wright: In zugedeckter Petrischale 1 bis 3 Minuten gleichzeitig fixieren und färben mit 10 Tropfen Farblösung nach Wright, dann 10 Tropfen Aqua destillata zugeben und nochmals 2 bis 6 Minuten nachfärben lassen.

Nach Abspülen und Lufttrocknen kann das Präparat unter dem Mikroskop betrachtet werden. Dabei ist es stets ratsam, sich zunächst bei kleinerer Vergrößerung eine Übersicht über die Strukturverhältnisse zu verschaffen. Oft lassen sich auf diese Weise bereits bedeutsame Veränderungen erfassen (Abb. 6 und 7).

Eine genauere Differenzierung der Einzelzelle pflegt dann bei starker Vergrößerung mit Hilfe einer homogenen Immersion zu erfolgen. Es erscheinen dabei das saure Zellplasma der jüngsten Blutzellarten, der sogenannten „blasten“, basophil (blau), das basische der ausgereiften Erythro-, Granulo- und Megakaryozyten azido- oder oxyphil (rosa). Amphoter reagierendes Zellplasma färbt sich sowohl mit sauren als auch alkalischen Farbstoffen polychromatisch. Granula, die sauer reagierende Substanzen

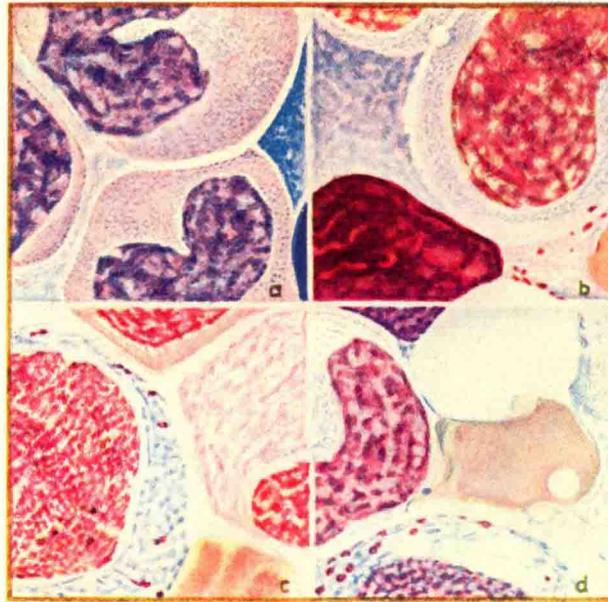


Abb. 8. Beeinflussung der Struktur und Farbe durch die Lichtverhältnisse :

- a) diffuses Tageslicht als Lichtquelle für Mikroskop, Tageslicht als Raumbelichtung
- b) diffuses Kunstlicht als Lichtquelle für Mikroskop, Tageslicht als Raumbelichtung
- c) Niedervolt-Mikroskopierleuchte als Lichtquelle für Mikroskop und Einstellung nach Köhlerschem Beleuchtungsprinzip, Tageslicht als Raumbelichtung
- d) Niedervolt-Mikroskopierleuchte als Lichtquelle für Mikroskop und Einstellung nach Köhlerschem Beleuchtungsprinzip, normales Kunstlicht als Raumbelichtung

enthalten, werden azurophil (rotviolett) bis basophil, und solche mit stark alkalischer Reaktion intensiv eosinophil (leuchtendgelb oder rot) gefärbt. Die Chromatinsubstanz der Kerne erscheint rotviolett. Die Nukleolen schließlich sind bläulich tingiert.

Diese Farbempfindungen sind jedoch auch von der Art der zum Mikroskopieren verwendeten Lichtquelle abhängig. Eine weitere Beeinflussung erfährt die subjektive Betrachtung durch die umgebende Raumbelichtung. Schließlich spielt auch die Lichtführung für das Erscheinungsbild struktureller Eigenarten eine bedeutsame Rolle (Abb. 8).

Als Maßstab für die Wiedergabe der mikroskopischen Sternalmarkpräparate wurde gewählt bei

Abbildung	2	350 : 1
Abbildung	3	1200 : 1
Abbildung	4— 5	350 : 1
Abbildung	6— 7	60 : 1
Abbildung	8	2600 : 1
Abbildung	9— 59	2000 : 1
Abbildung	60— 67	1200 : 1
Abbildung	68— 93	2000 : 1
Abbildung	94— 95	1200 : 1
Abbildung	96—101	2000 : 1
Abbildung	102	1200 : 1
Abbildung	103—108	2000 : 1
Abbildung	109	700 : 1
Abbildung	110—116	1400 : 1
Abbildung	117	1800 : 1
Abbildung	118—123	1400 : 1
Abbildung	124	500 : 1
Abbildung	125—130	1400 : 1
Abbildung	131	700 : 1
Abbildung	132—137	1400 : 1
Abbildung	138—139	1250 : 1
Abbildung	140—145	1400 : 1