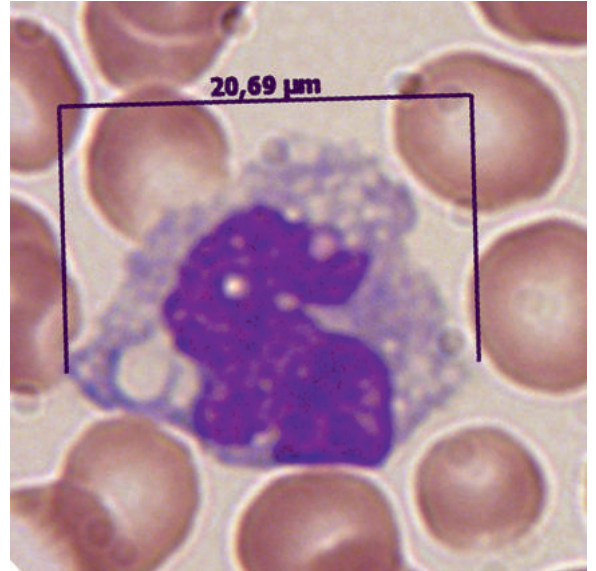
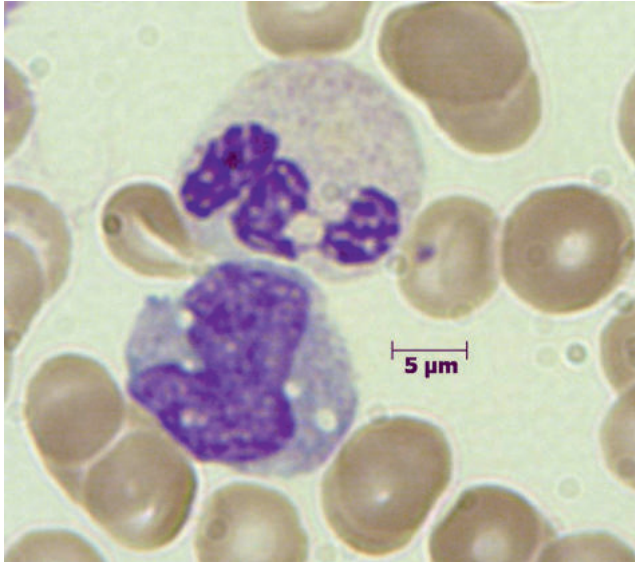
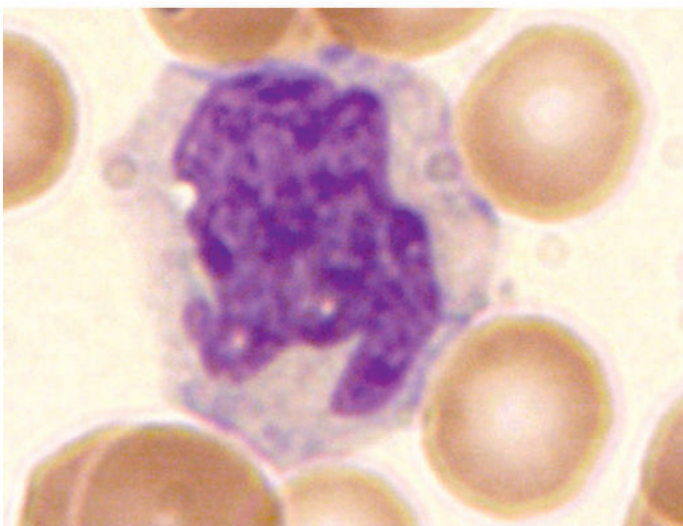
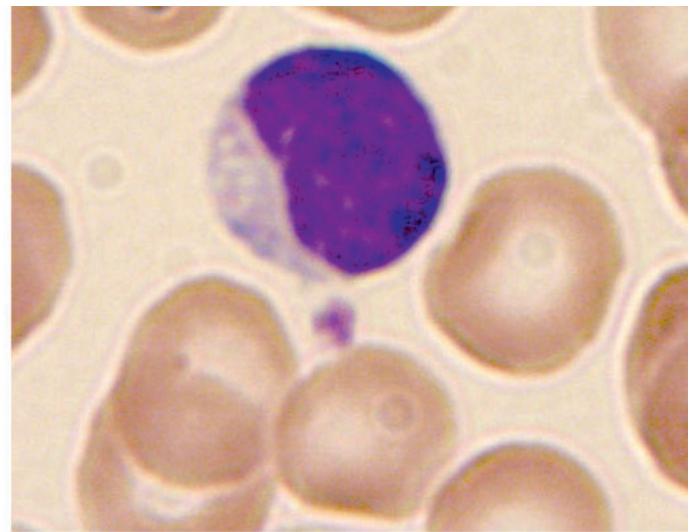
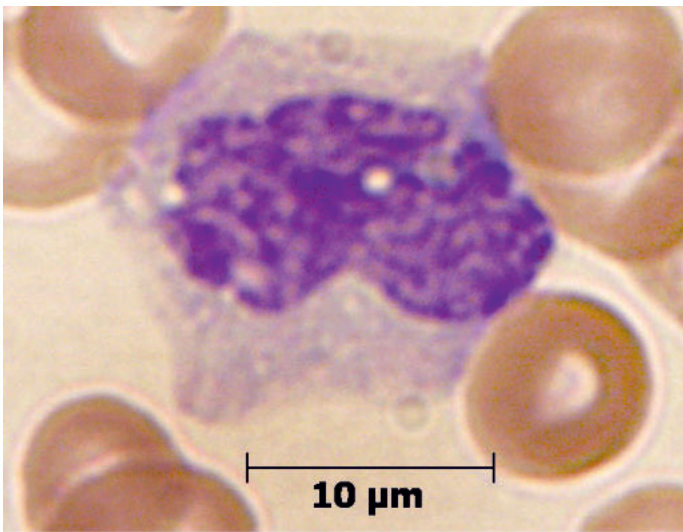


Monozyten

Monozyten gehören zur Familie der Makrophagen. Sie werden im Knochenmark aus einer speziellen Stammzelle gebildet. Der Promonozyt ist dabei eine Zwischenstufe. Monozyten gehören in eine Gruppe von Zellen, die das mononukleäre phagozytierende System (MPS) bilden. Die Gruppenmitglieder sind sehr heterogen und können aktiviert werden. Durch Aktivierung wandeln sich Monozyten zu Makrophagen. Es lassen sich zwei Haupttypen von Monozyten unterscheiden, der patrouillierende und der inflammatorische.

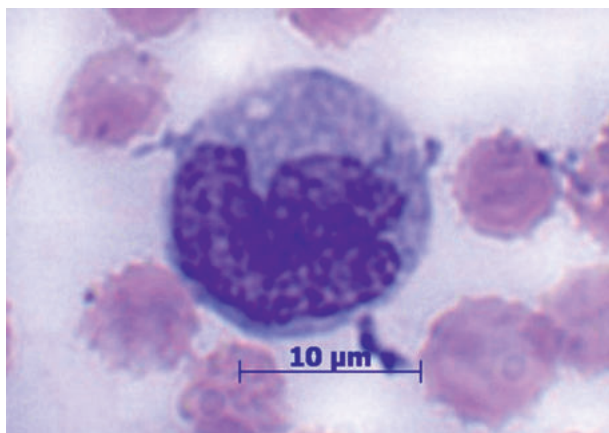
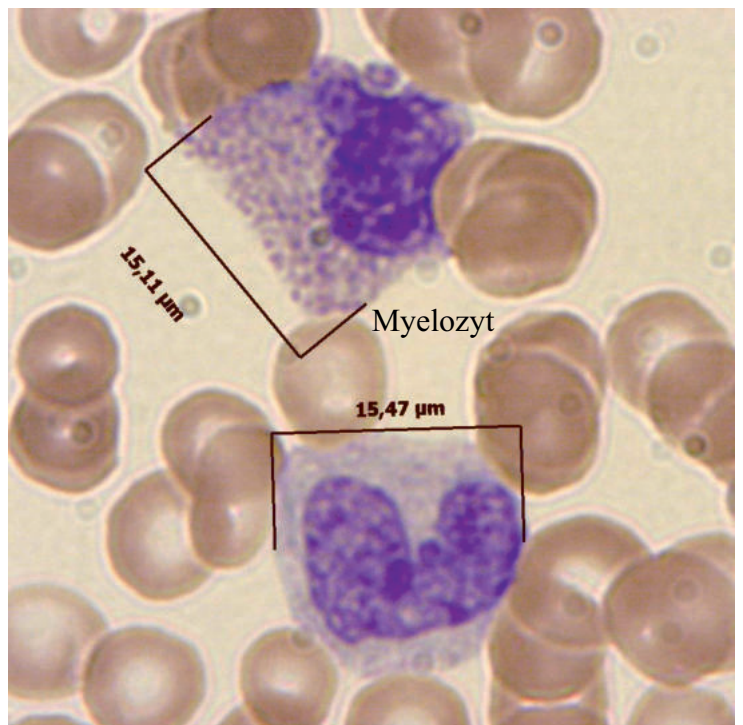
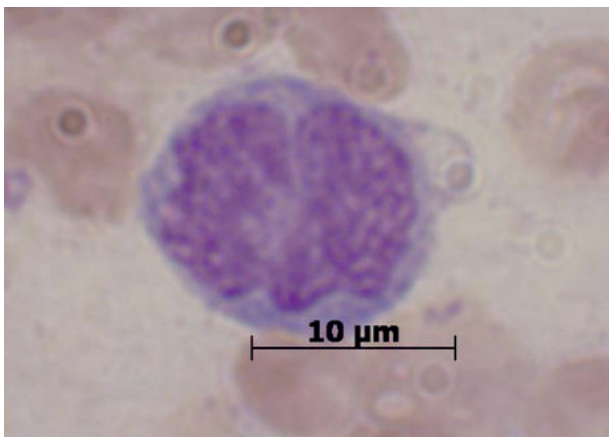
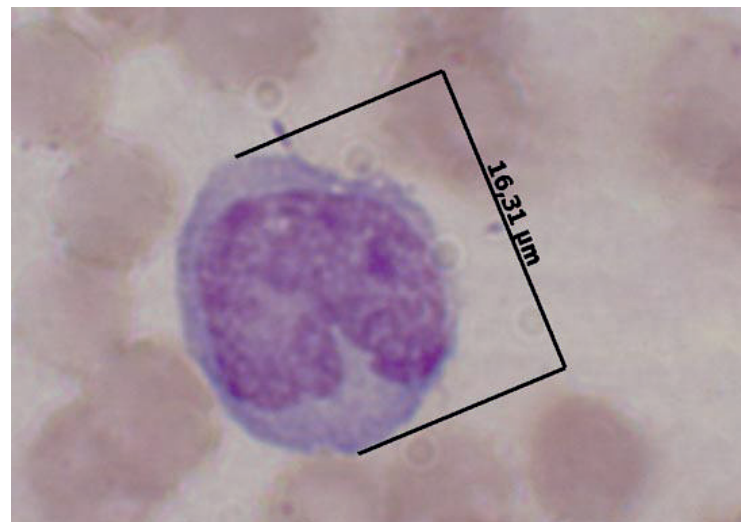
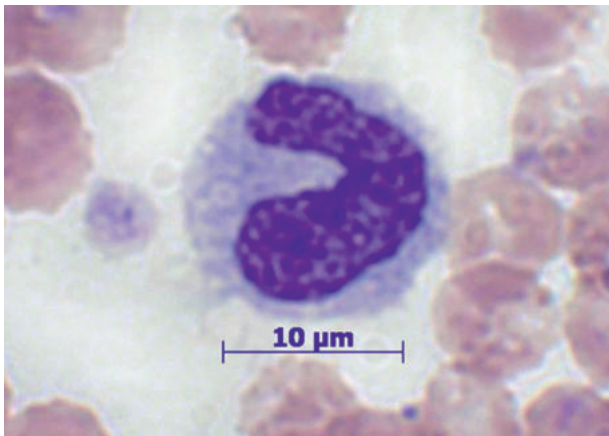
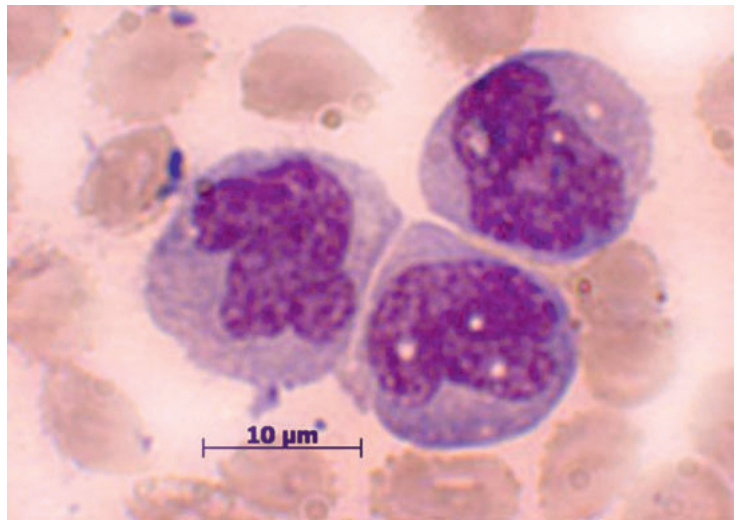
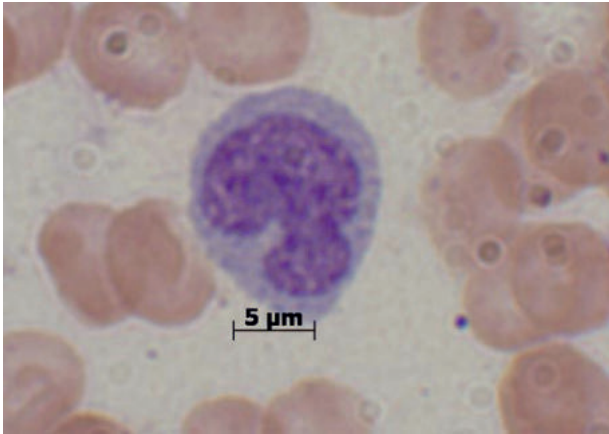


Im peripheren Blut hält sich der patrouillierende Typ ungefähr drei Tage auf.

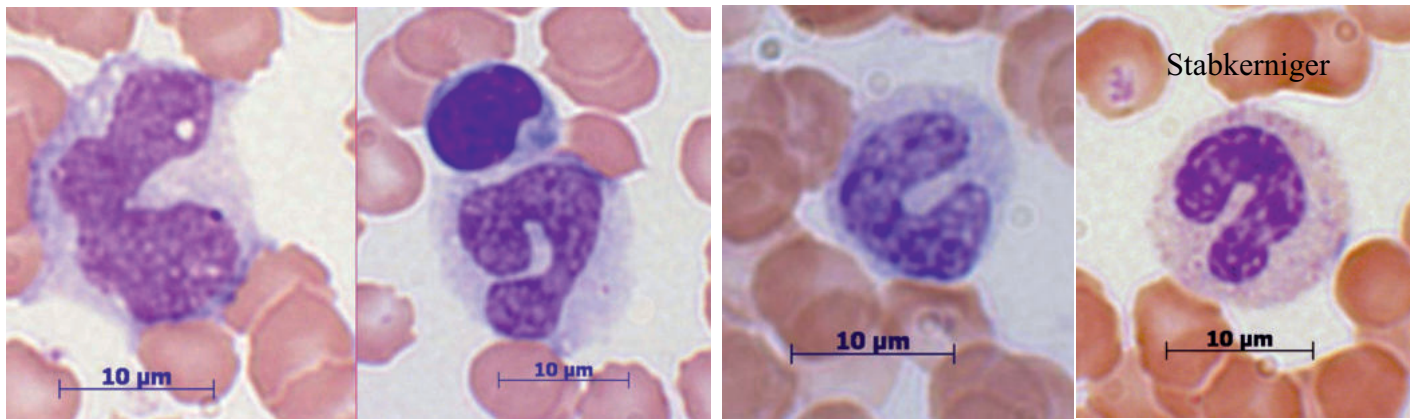


Die Aufnahmen zeigen Monozyten im Vergleich mit Lymphozyten.

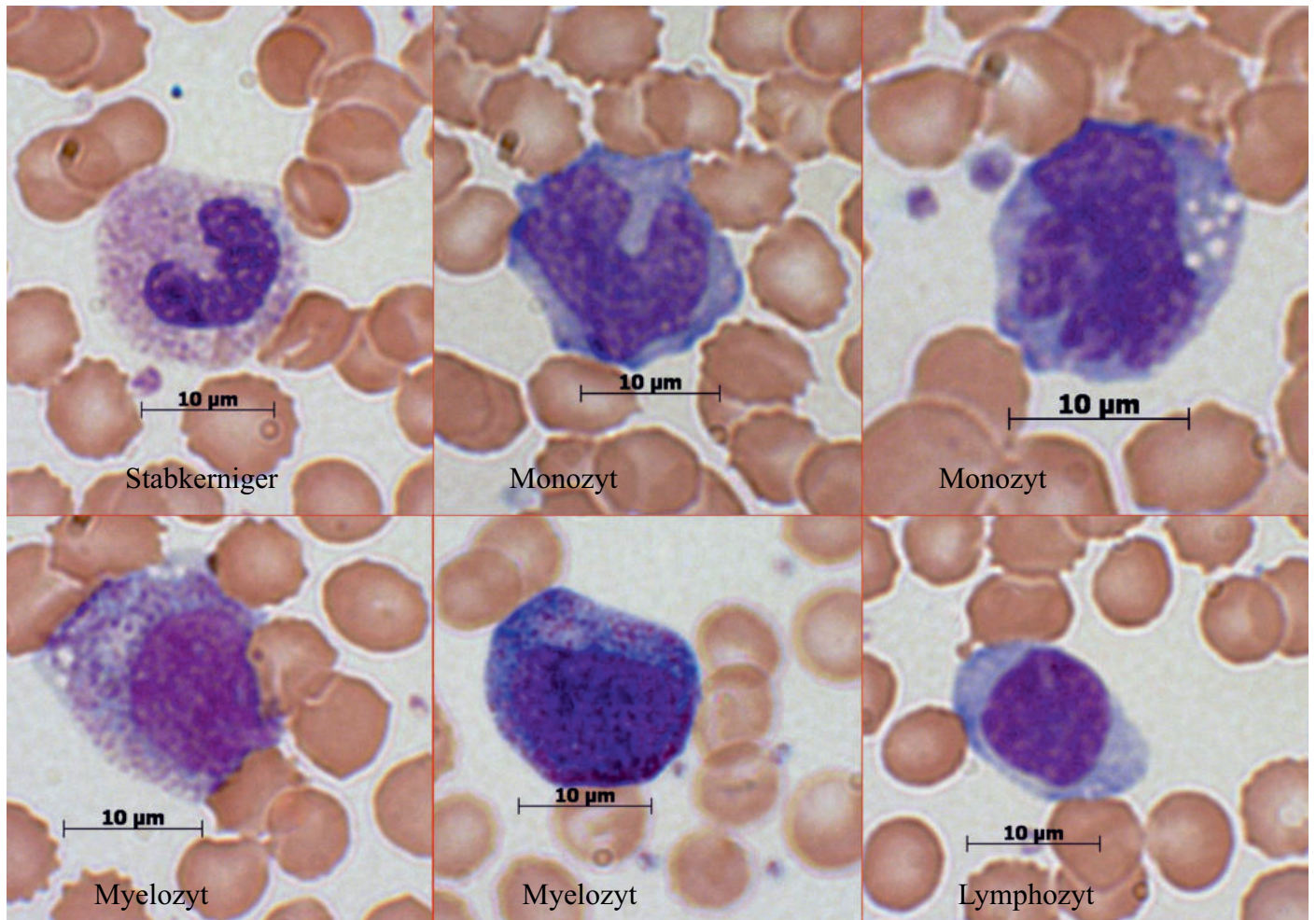
Fotos zur Variabilität des Monozyten bei unterschiedlichem Färbeergebnis



Monozyt im Vergleich zu anderen Leukozyten

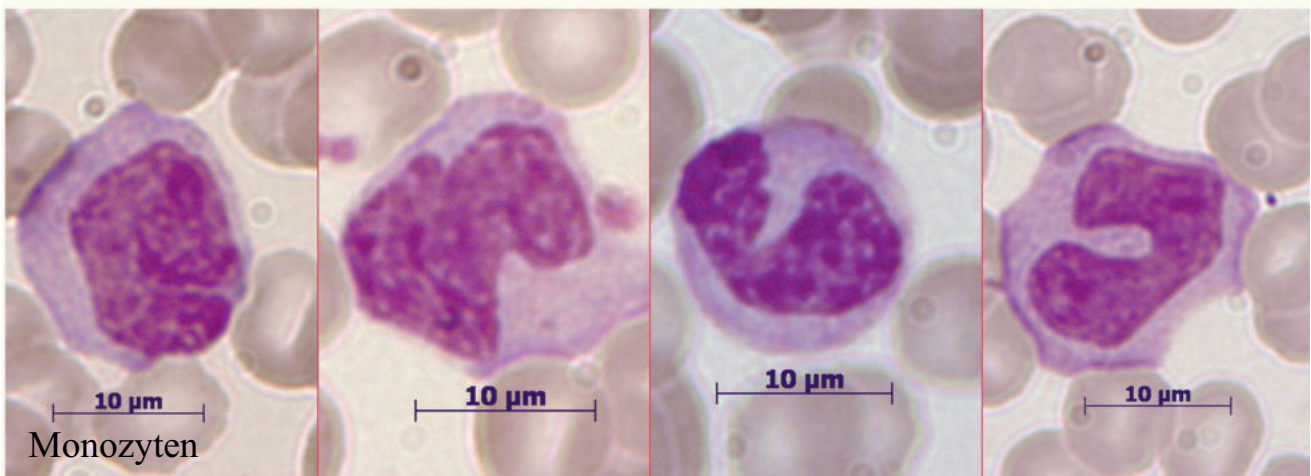
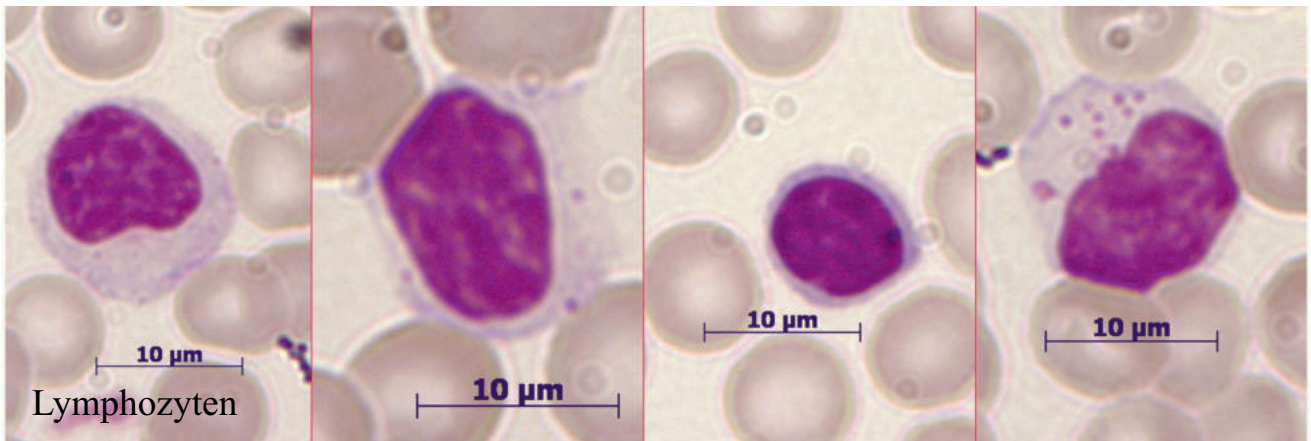
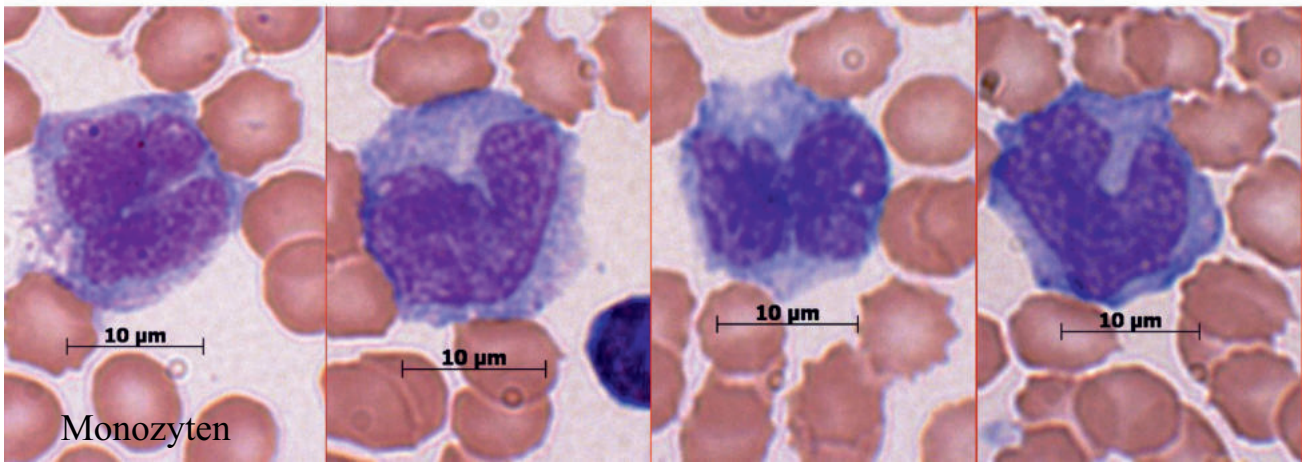
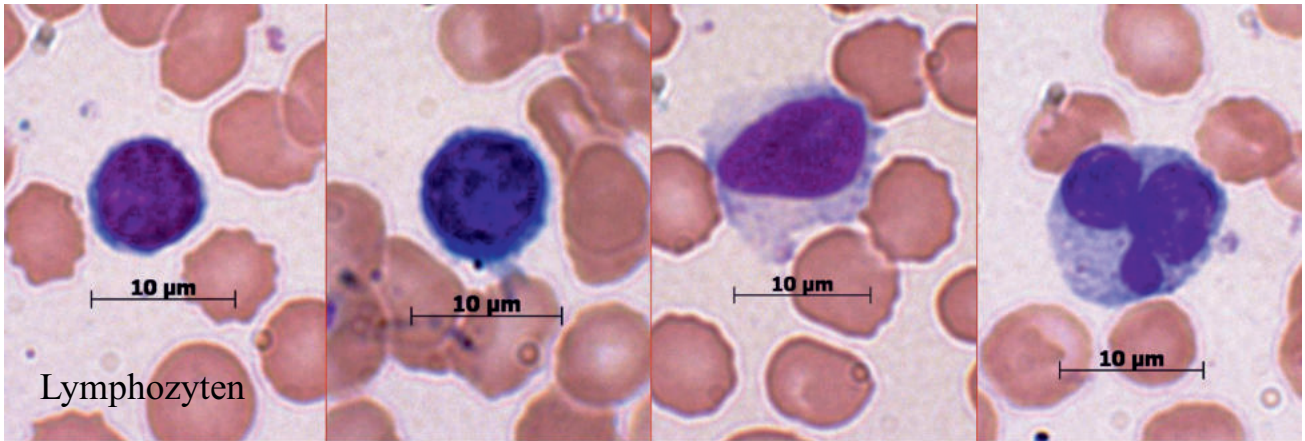


Bei Reizformen des Monozyten zeigt sich die Kernmorphologie mit einer breiten Variabilität. Hier sind Zellen zu sehen, deren Kerne ein stabartiges Aussehen haben. Im Foto ganz rechts ist ein stabkerniger Granulozyt zum Zweck des Vergleichs zu sehen.

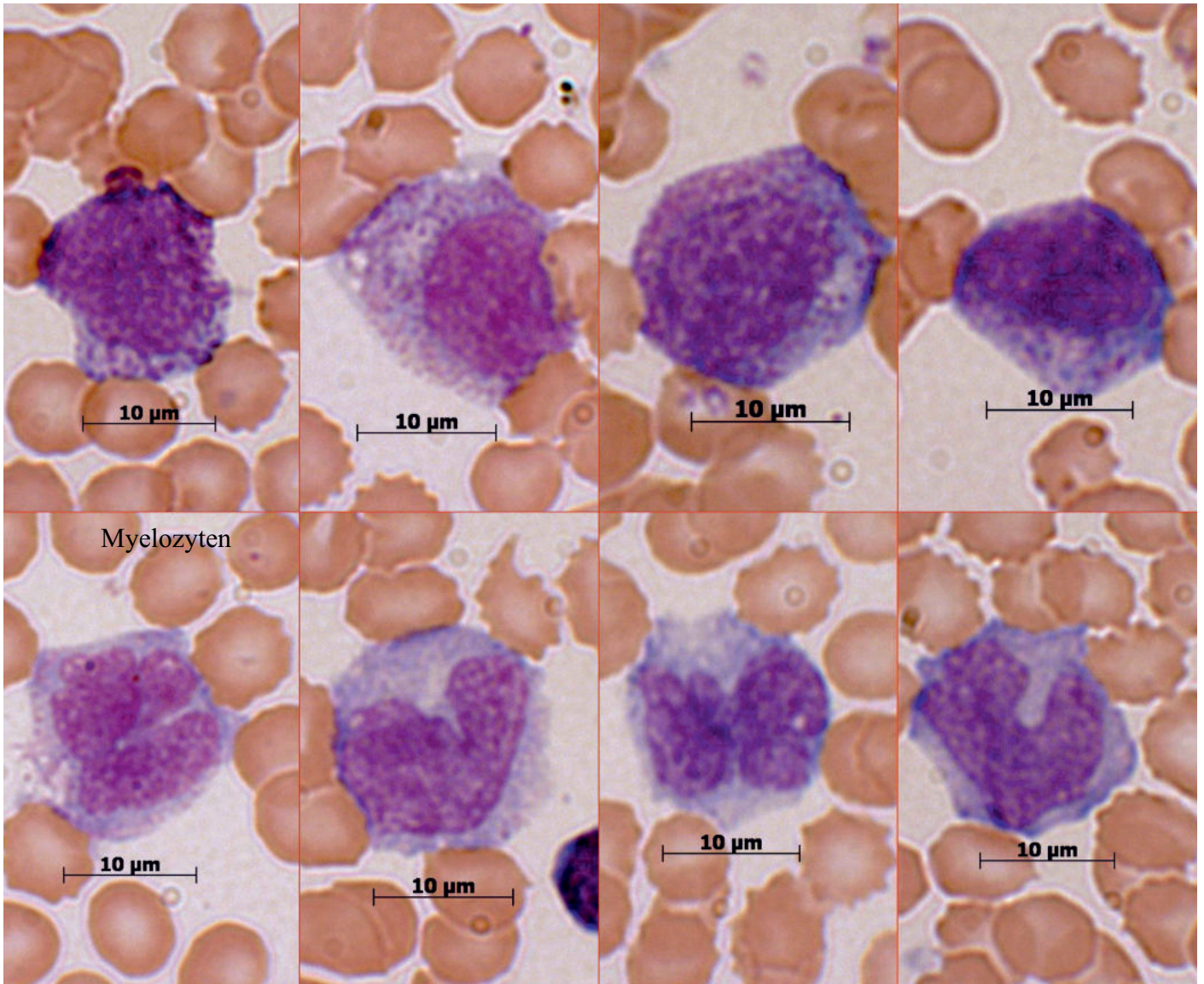


Die Abbildung zeigt Zellen aus einem Ausstrich bei Linksverschiebung.

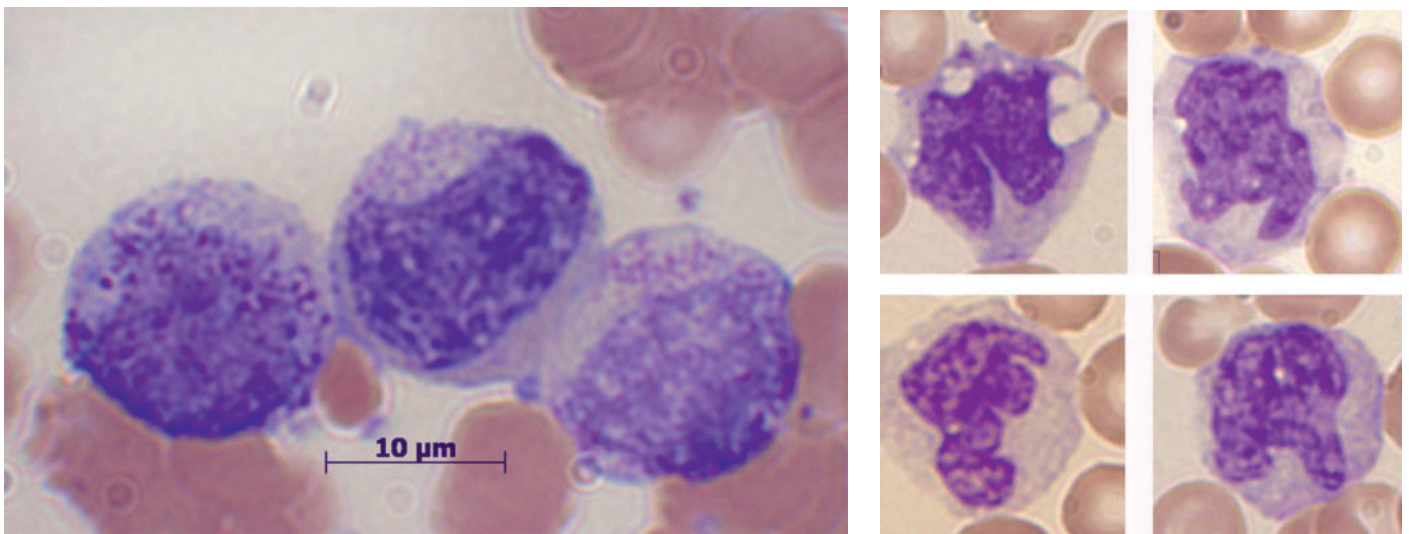
Vergleich von Monozyten und Lymphozyten an zwei Blutausstrichen



Vergleich von Myelozyten und Monozyten

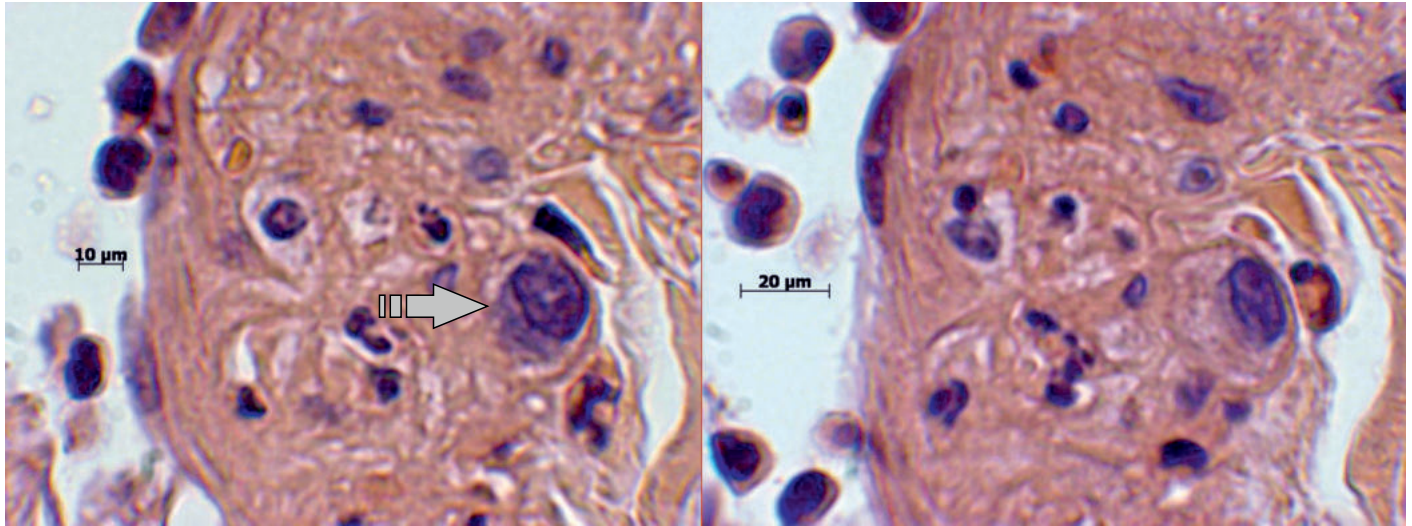


Die Fotos sind von einem Ausstrich bei chronisch myeloischer Leukämie gefertigt. Die obere Reihe zeigt Myelozyten und die untere Monozyten.

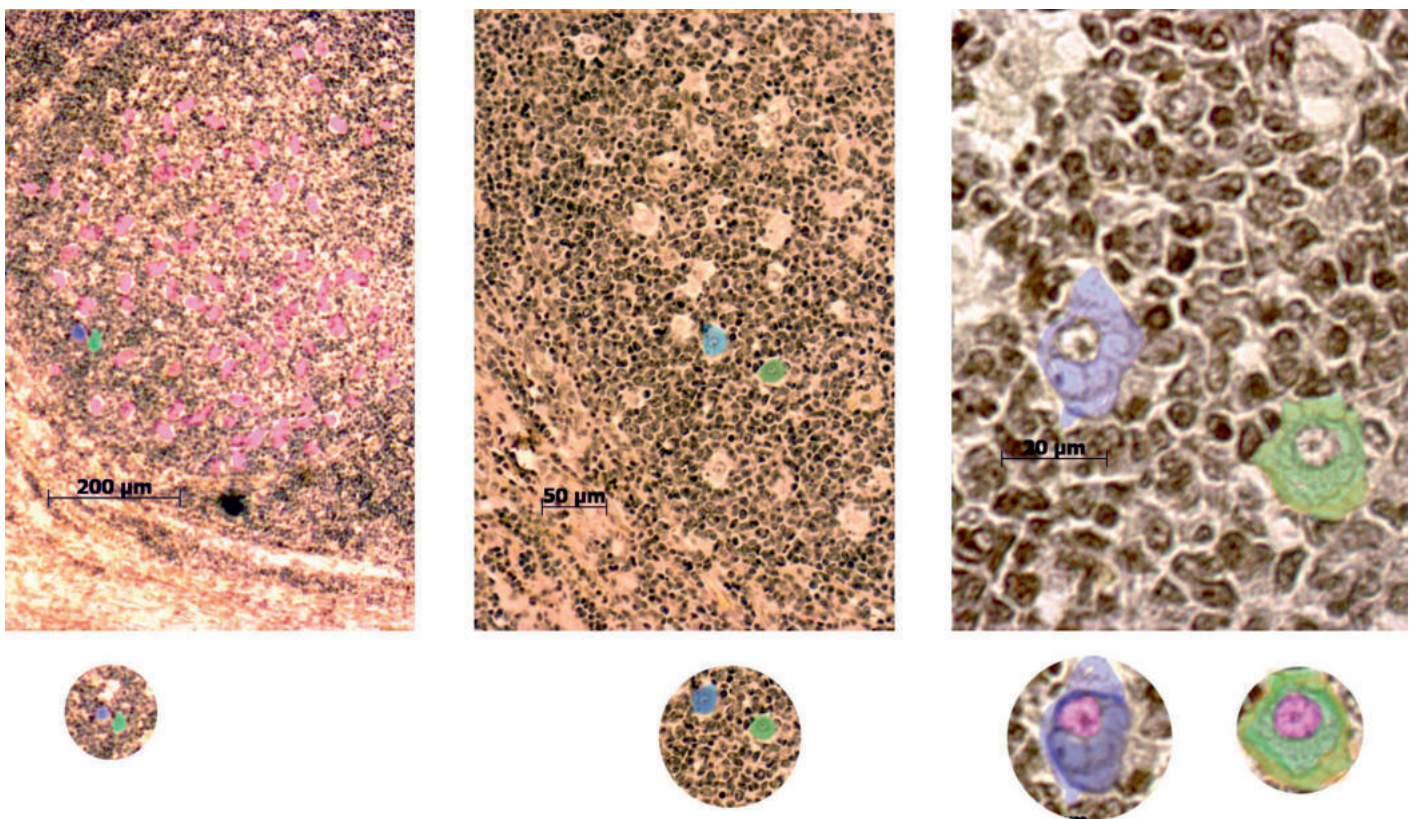


Die Fotos zeigen links Myelozyten und rechts Monozyten bei einem anderen Färbeergebnis.

Monozyten zirkulieren ungefähr drei Tage im Blut und machen hier ca. 2-8 % der gesamten Leukozytenpopulation aus. Wie die neutrophilen Granulozyten haben sie die Fähigkeit zur aktiven Migration in das Gewebe. Sie phagozytieren Mikroorganismen und bauen diese ab. Dabei wählen sie die spezifischen Epitope der inkorporierten Erreger aus und präsentieren diese den T-Lymphozyten in dem nächst gelegenen Lymphknötchen.



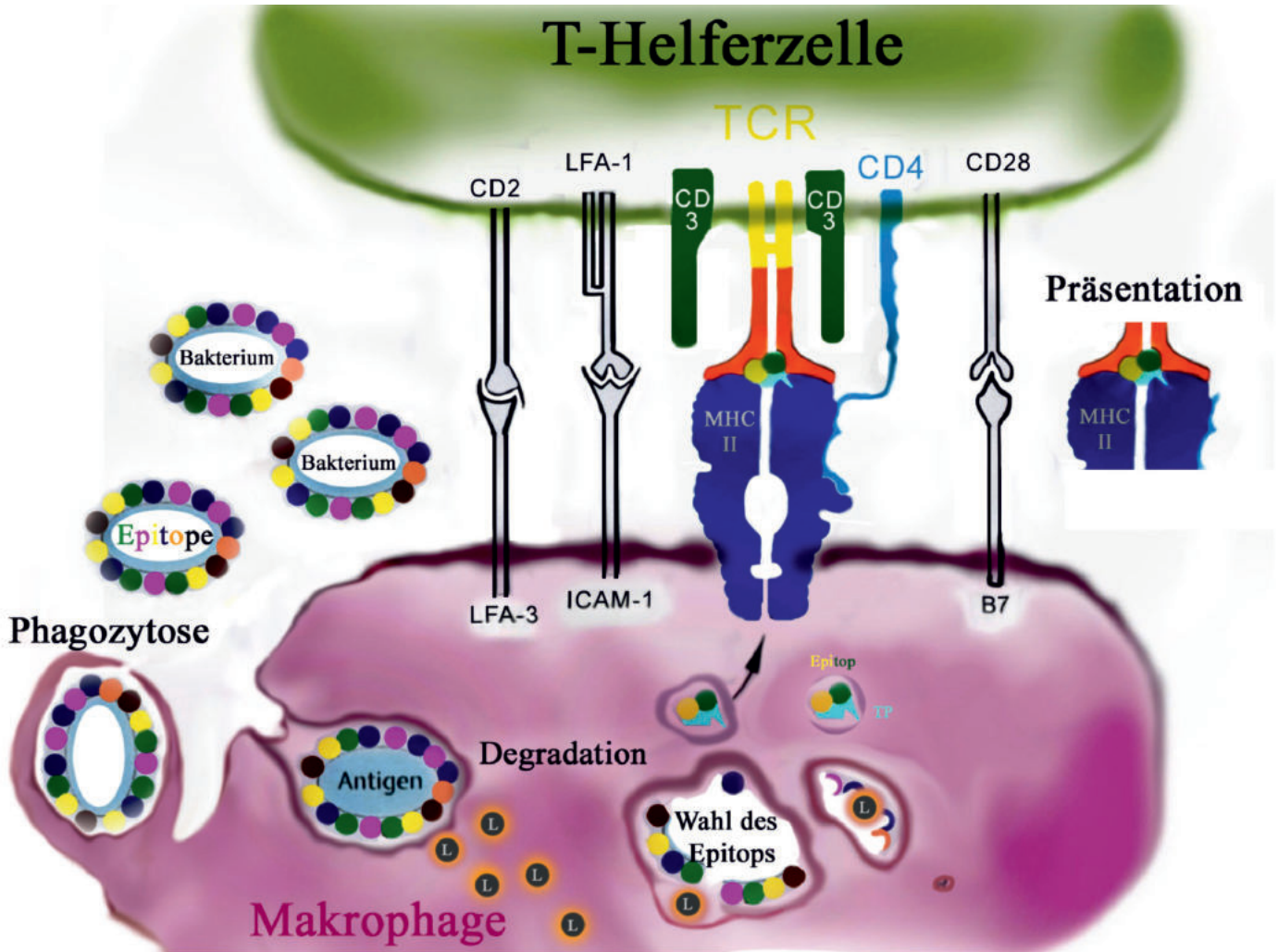
Fotos zeigen einen Makrophagen bei der Passage einer Arteriole in einem histologischen Serienschchnitt.



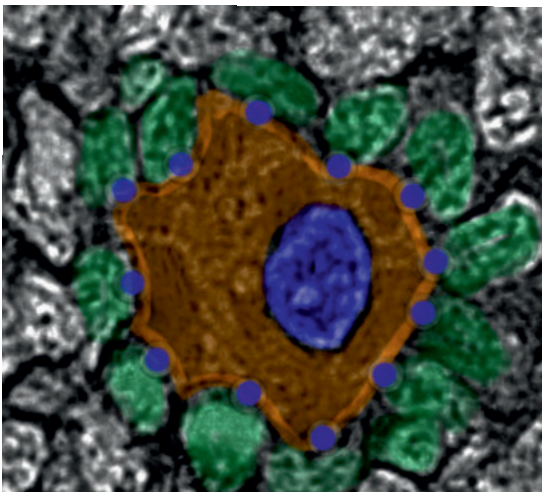
Zu sehen sind drei Auflösungsstufen eines Lymphknötchens in einer humanen Tonsille. Das Präparat ist nach Weigert van Gieson gefärbt und digital bearbeitet. Im linken Foto sind alle Makrophagen im roten Farbton übermalt. Die zwei ausgewählten Makrophagen können mit steigender Auflösung beobachtet werden. In der höchsten Stufe sind die Phagosome deutlich sichtbar.

Schnittstelle zwischen unspezifischem und spezifischem Teil des Immunsystems

Die Phagozytose von Erregern gehört zu einer Leistung des unspezifischen (keimbahndeterminierter Teil) des Immunsystems. Bei einer geringen Erregerzahl kann die Abwehr durch die Phagozytose erfolgreich beendet sein. Mit der Präsentation aktiviert der Phagozyt den spezifischen Teil des Immunsystems. Dabei sind die T-Lymphozyten die Zellen, mit denen der Makrophage interagiert.



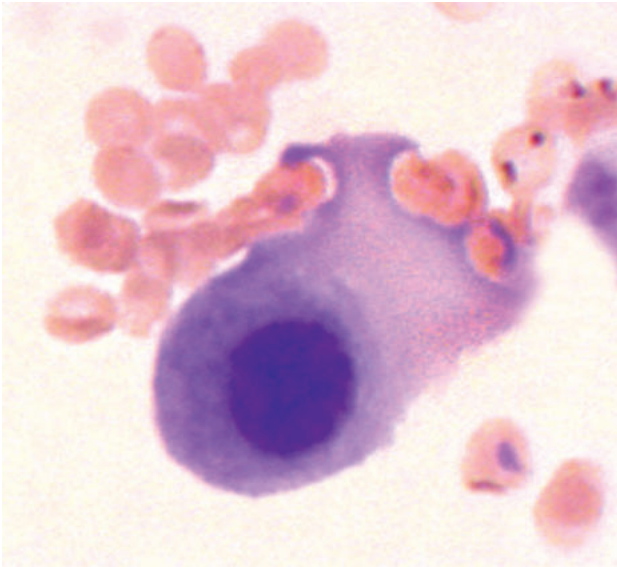
Schematische Darstellung von Phagozytose, Degradation und Präsentation durch einen Makrophagen. Der Hauptrezeptor (MHC-II) präsentiert das spezifische Erregerepitop. Die Co-Rezeptoren (CD2, CD3, LFA-1, CD4 und CD28) verhindern eine molekulare Verwechslung und die daraus entstehende fehlerhafte Immunreaktion. Fehler dieser Art können zu einer Autoimmunerkrankung (z. B. allergische Erkrankung) führen.



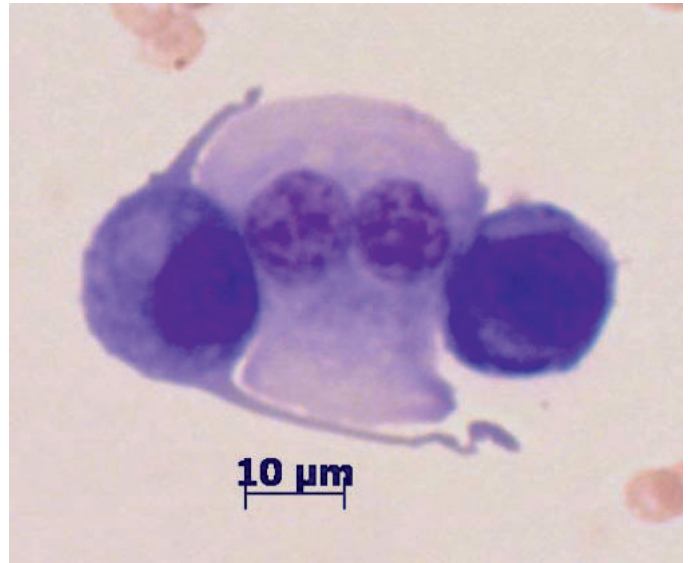
Zu sehen ist ein digital bearbeitetes Foto eines Makrophagen in der Appendix vermiformis eines Menschen.

Die T-Lymphozyten sind grün übermalt. Die blauen Punkte symbolisieren die MHC-II-Rezeptoren des Makrophagen.

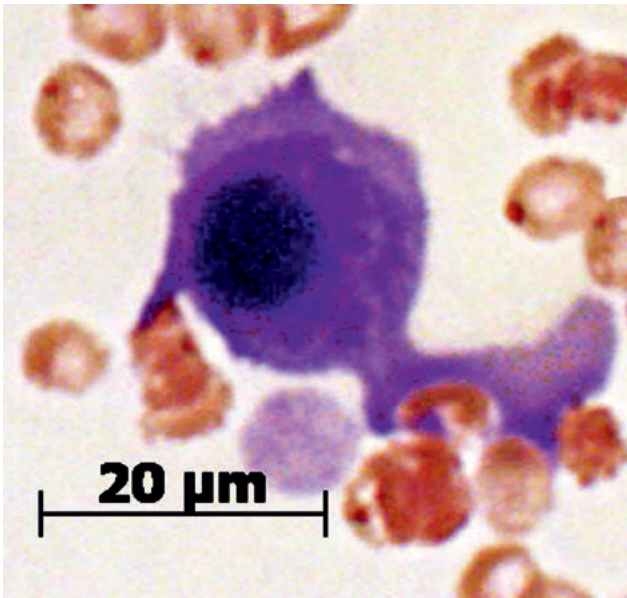
Phagozytose



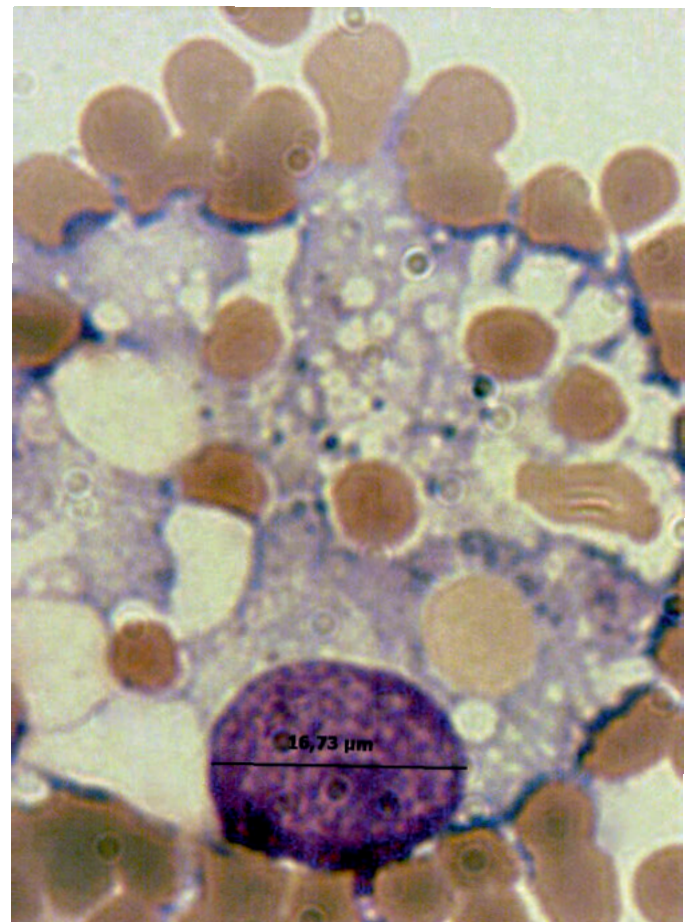
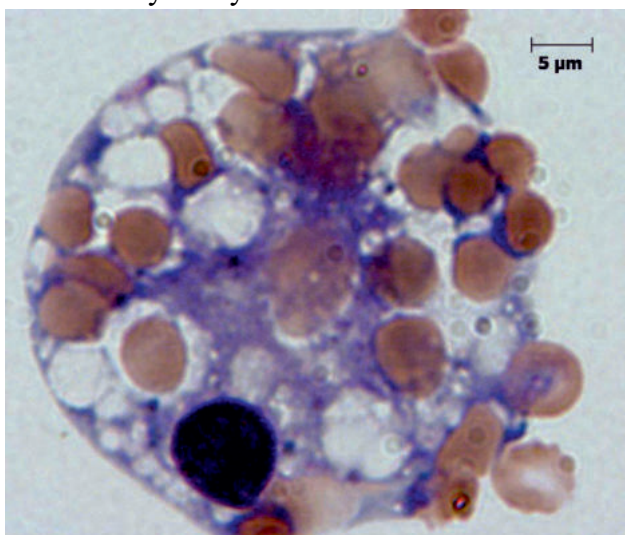
Außerhalb der Blutgefäße werden die körpereigenen roten Blutzellen phagozytiert.



Eine doppelkernige Krebszelle wird von zwei Phagen angegriffen. Die Zellen befanden sich in einem Aszitespunktat.

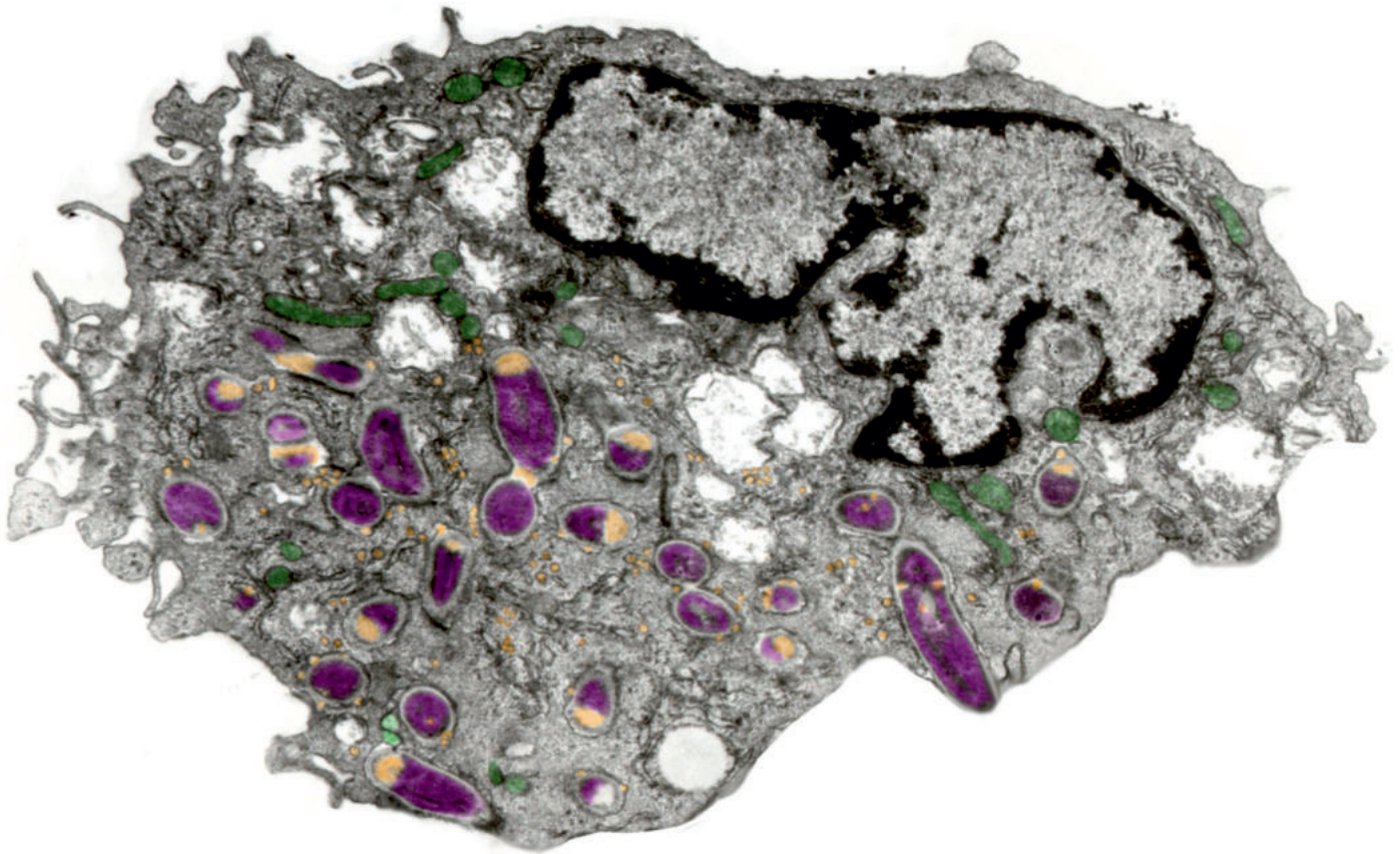


Phage in einem Aszitespunktat bei der Inkorporation von Erythrozyten.

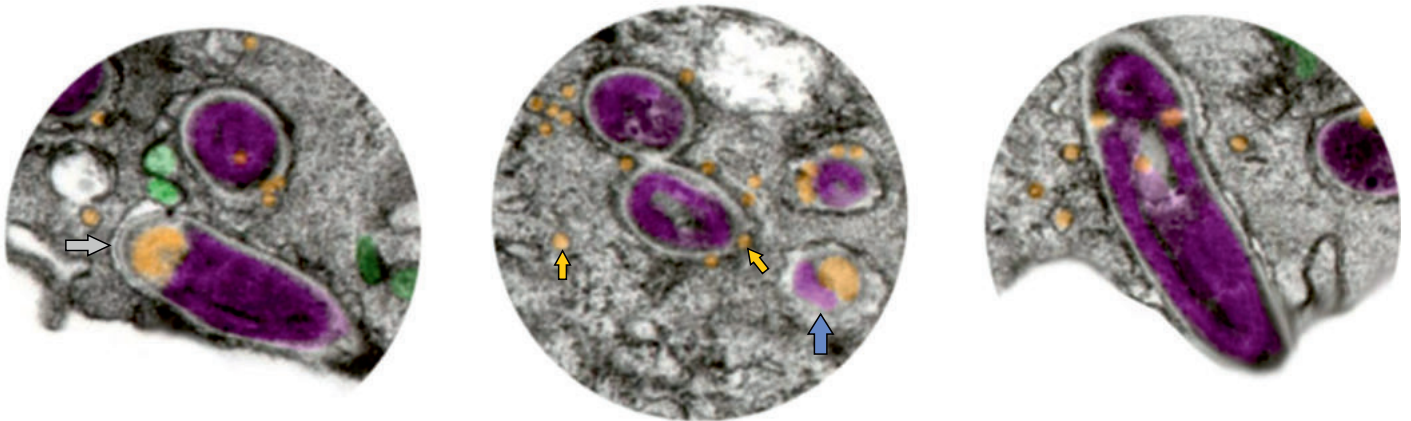


Die unteren Fotos zeigen zwei Erythrophagen aus dem Liquor zerebrospinalis mit frisch inkorporierten und bereits abgebauten Zellen.

Phage im elektronenmikroskopischen Bild

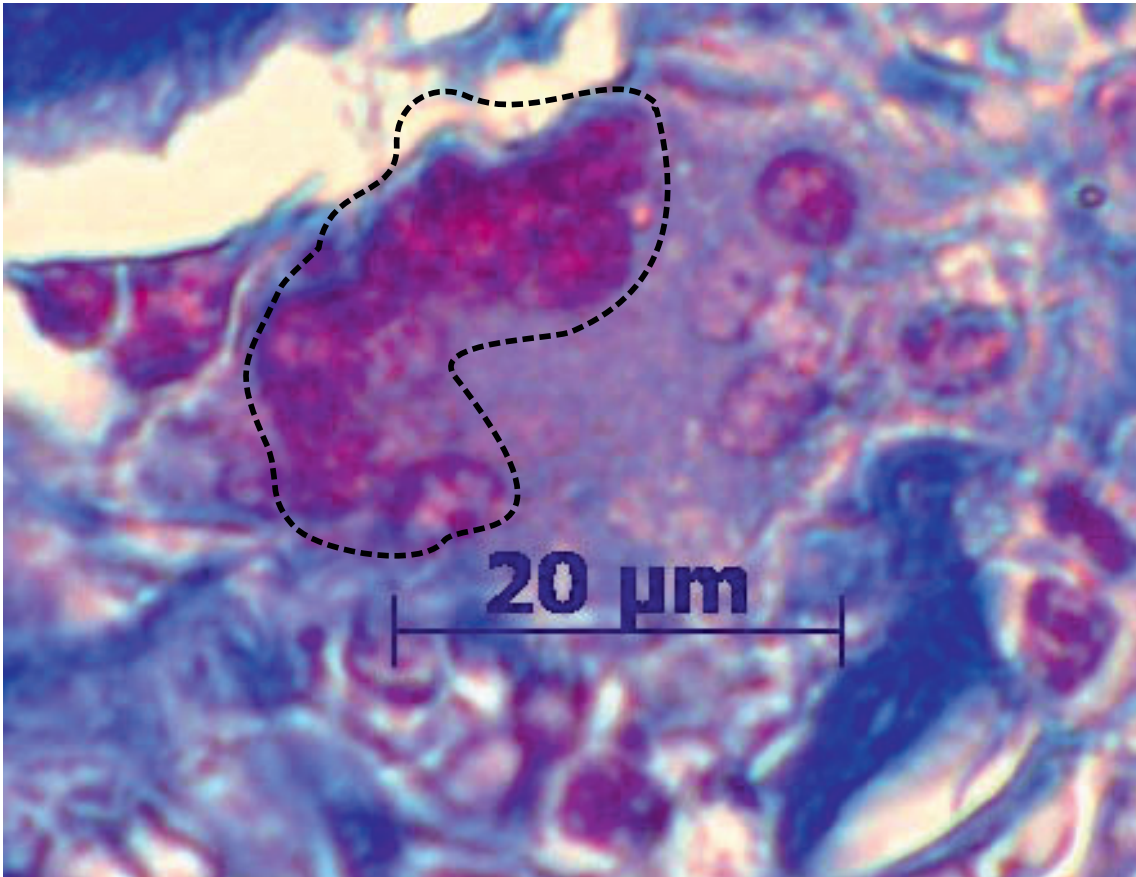


In dem digital kolorierten Foto sind zahlreiche inkorporierte apathogene Corynebakterien, die zum größten Teil durch Lysosome eingeschmolzen sind, zu sehen. Die Lysosome sind gelb und die Mitochondrien grün übermalt. Die Präsentation der Epitope kann nicht erkannt werden, weil diese unterhalb der Auflösungsgrenze des Fotos liegen.

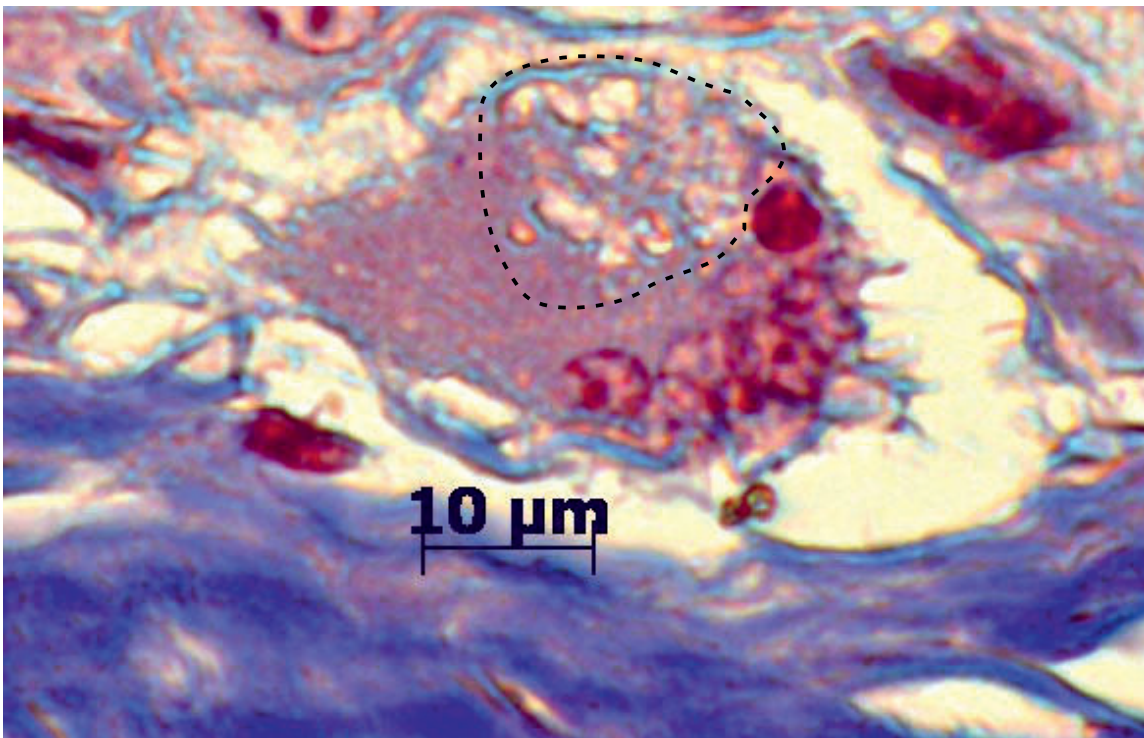


Die Detailaufnahmen heben Besonderheiten hervor. Der graue Pfeil zeigt einen Ort, wo die Membran des Bakteriums und die Membran des Phagen gut sichtbar sind. Beachte: Bei aufgelagerten Bakterien oder Partikeln sind nicht zwei Membranen sichtbar. Die Phagenmembran resultiert aus dem sackartigen Inkorporationsvorgang. Die gelben Pfeile richten sich auf die Membran der Lysosome und dem Verschmelzen der Membranen bei der Aufnahme der Lysosome in das Phagosom. Der blaue Pfeil markiert ein Phagolysosom. Die in den Lysosomen enthaltenen Enzyme lysieren proteinäre Strukturen und würden auch die zelleigenen Proteine abbauen. Deshalb müssen die Lysosome immer von Membranen umgeben sein. Das Phagolysosom ist vergleichbar mit einem Reaktor im Labor. Die im Reaktor ablaufende Reaktion ist nützlich, wichtig und zugleich gefährlich.

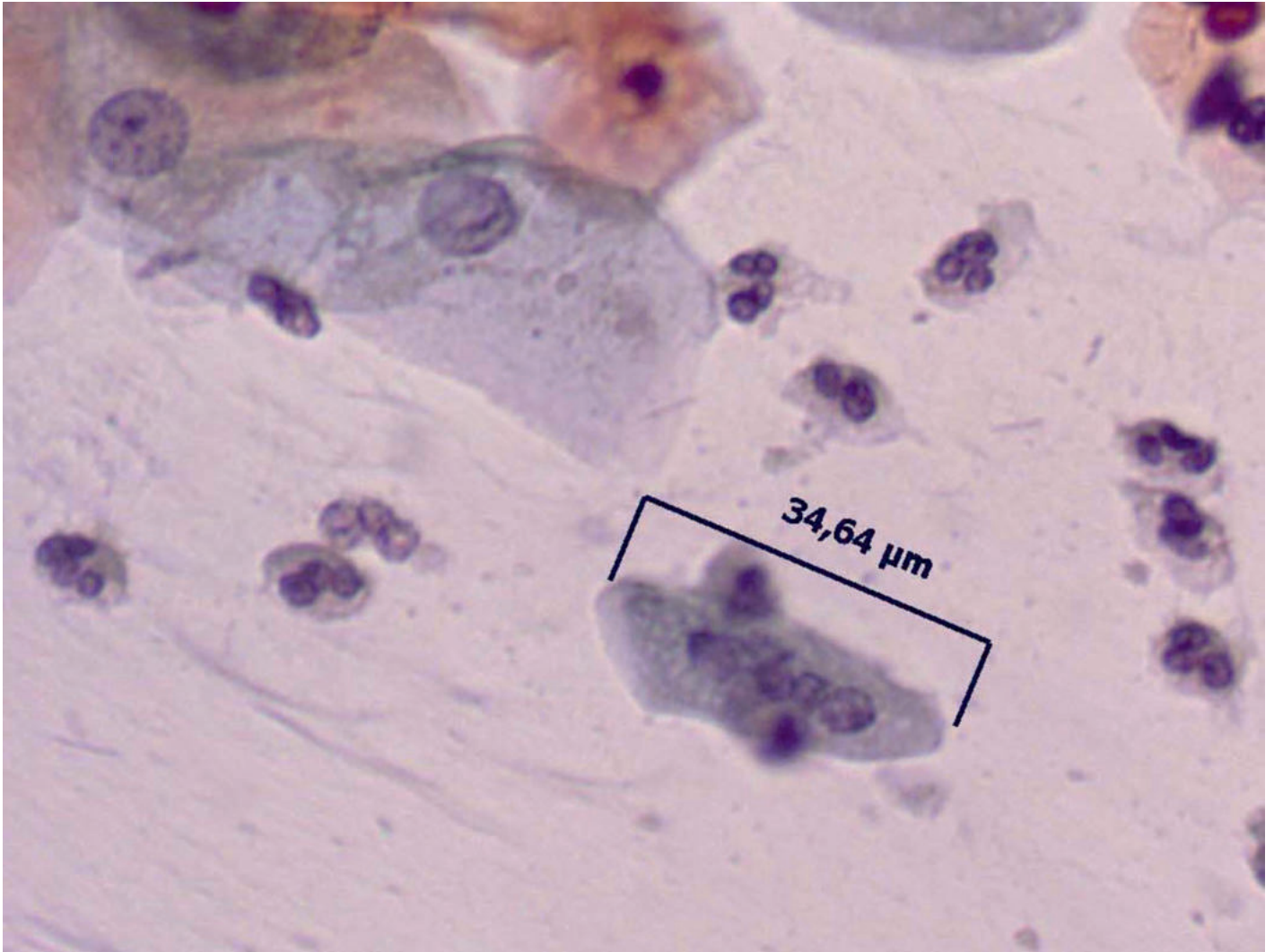
Vielkernige Phagen



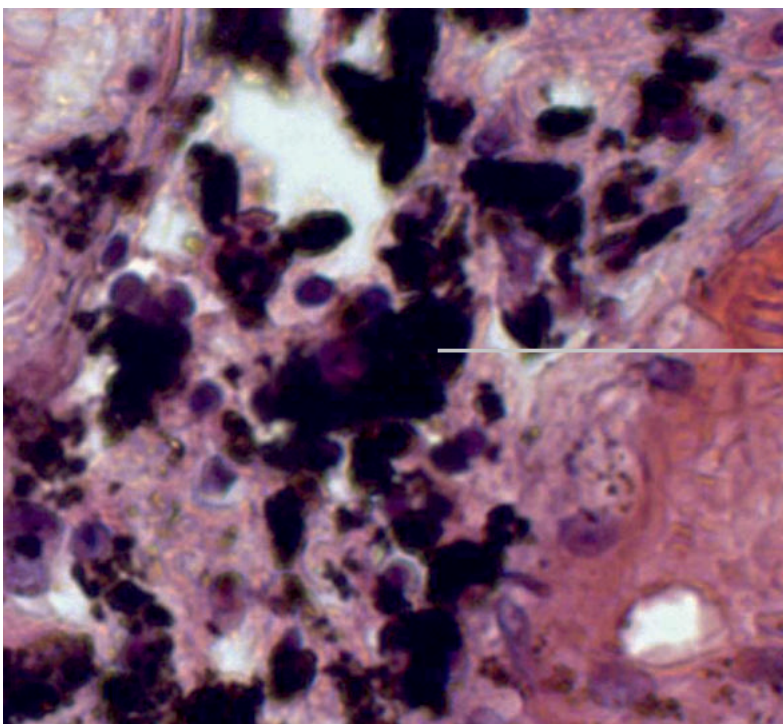
Bei massiven Schäden können Phagozyten zu einer vielkernigen Zelle fusionieren. In dem nach AZAN gefärbten Gewebeschnitt sind diese Zellen zu sehen. Sie sind Bestandteil eines etwa tischtennisballgroßen Gichtknotens. Durch die Vereinigung sind die Phagen in der Lage, die eingelagerten Harnsäurekristalle zu inkorporieren und abzubauen. In dem umrandeten Gebiet lagern etwa 10 Kerne. Es muss beachtet werden, dass es sich hier um einen histologischen Schnitt handelt und nicht alle Kerne in der Schnittebene lagern.



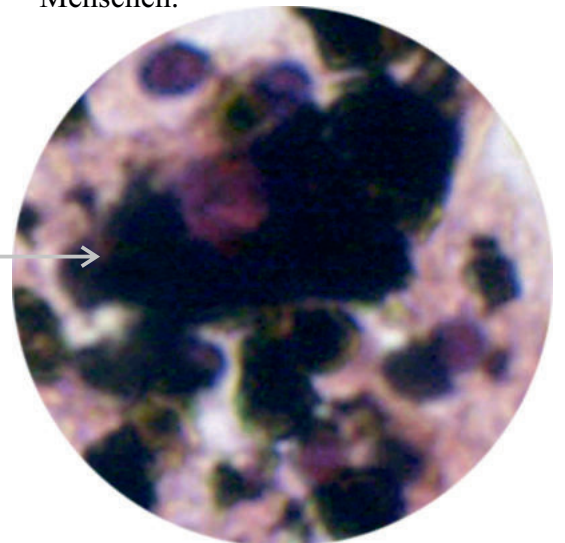
Bei diesem Foto sind die Zellkerne und Kernkörperchen deutlicher differenzierbar. In den Phagosomen werden Harnsäurekristalle abgebaut. Wegen der Färbeprozedur sind diese nicht mehr vorhanden.



Die Aufnahme zeigt einen mehrkernigen Histiozyt (Phage) in einem Abstrichpräparat der Portio uteri.



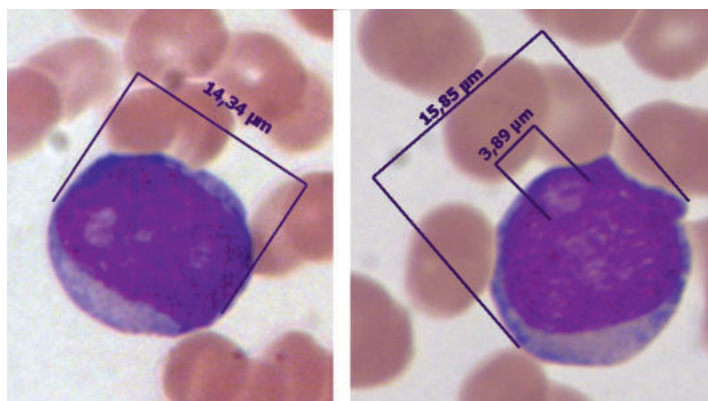
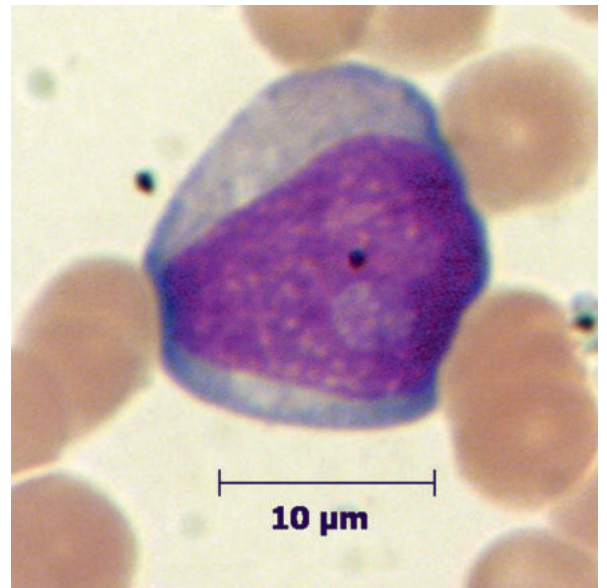
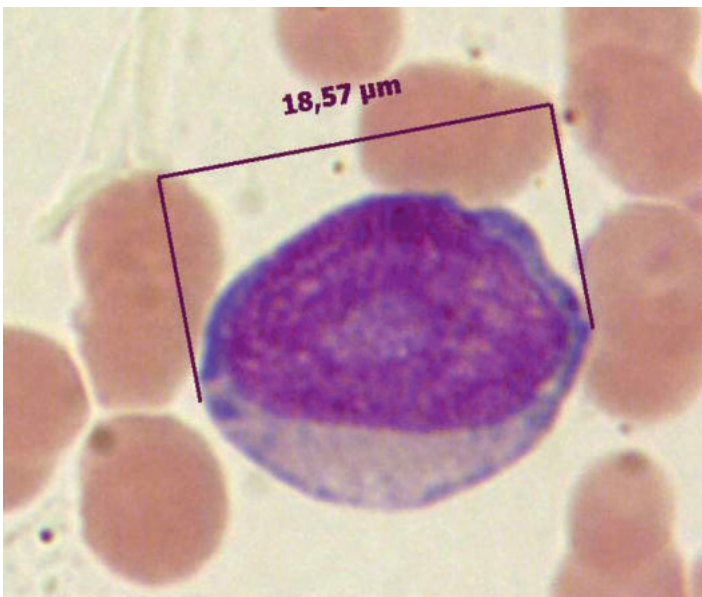
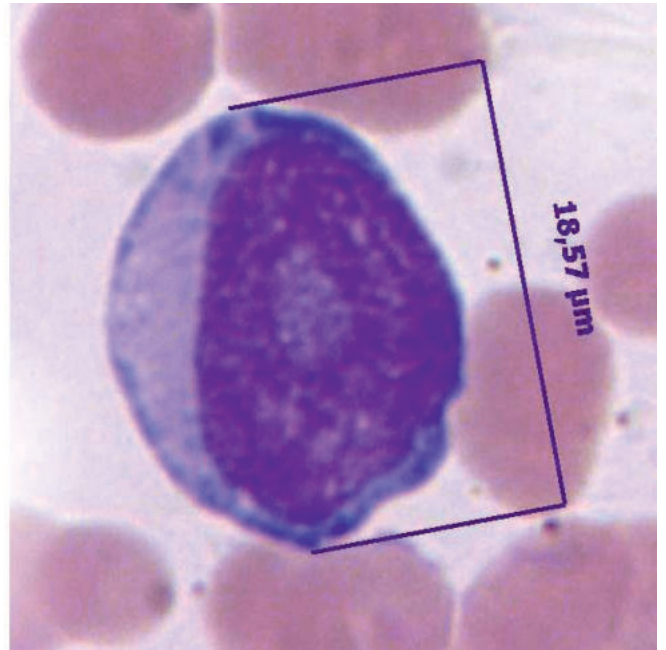
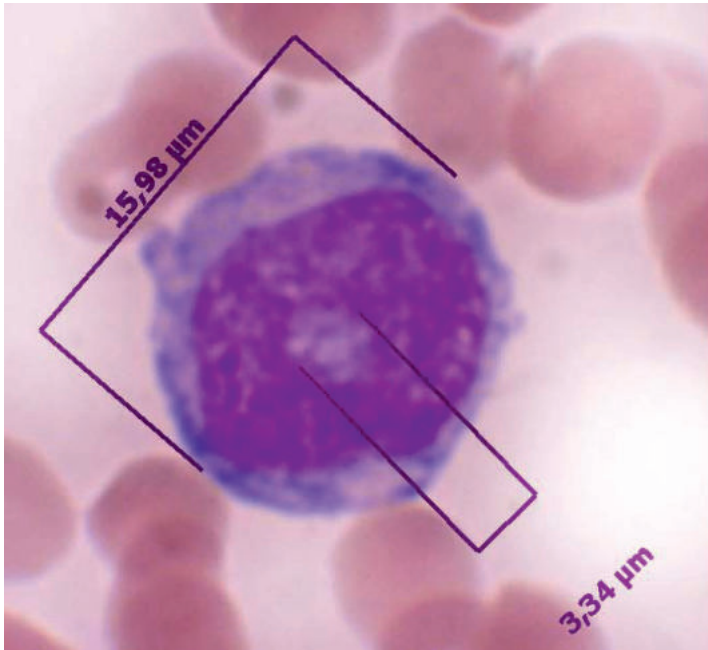
Makrophagen mit inkorporierten Teerpartikeln in der Lunge eines Menschen.



Der Kern des Makrophagen ist noch sichtbar.

Im Foto ist ein HE gefärbter Paraffinschnitt der humanen Lunge zu sehen. Die intensive schwarzen Teerpartikel erschweren das Auffinden von mehrkernigen Makrophagen.

Monoblasten



Monoblasten haben sehr große Kernkörperchen, ein stark basophiles und von Granula freies Zytoplasma. Im Chromatin fallen runde und ovale helle Lücken auf.

Monoblasten treten im peripheren Blut nur bei neoplastischen Erkrankungen (Monozytenleukämie) auf.