Blutbild

Material EDTA-Blut, 2,7 mL (Blutbildröhrchen)

Testparameter Großes Blutbild

Kleines Blutbild

Leistungsumfang

Großes Blutbild	Kleines Blutbild
Erythrozyten	Erythrozyten
Hämoglobin (Hb)	Hämoglobin (Hb)
Hämatokrit (HK)	Hämatokrit (HK)
MCH	MCH
MCV	MCV
MCHC	MCHC
RDW	RDW
Leukozyten	Leukozyten
Thrombozyten	Thrombozyten
Differenzialblutbild	

Referenzbereiche Siehe unten

Methode IMPS, PHOT, Mikroskopie

Qualitätskontrolle Zertifikat

Siehe auch

- Mentzer-Index
- Diskriminationsfaktor
- Präparate nach Pappenheim-Färbung
- Stabilität der Messgrößen MCV
- Diagnostisches Diagramm zur Beurteilung des Eisenstatus

Anforderungsschein Download und Analysenposition

Auskünfte Klinische Chemie und Toxikologie

Analysenkosten EBM, GOÄ

Indikationen Diagnostik und Differentialdiagnostik von Anämien, Verdacht auf Hämoglobinopathien, Störungen der Eisenverwertung, der Hämatopoese, Niereninsuffizienz (Erythropoetin), Vitamin B12-Mangel, Folsäure-Mangel. Beurteilung der Hydratation. Diagnostik von Polyglobulien, Leukozytosen, Leukosen, Leukopenien, Infektionen, Immundefekten, Intoxikationen, malignen Tumoren.

Blutbild

Referenzbereich

Analyt	Männer	Frauen	Einheiten
Erythrozyten	4,4 - 5,9	3,8 - 5,2	10^6 / µL
Hämoglobin	13,0 - 18,0	12,0 - 16,0	g / dL
Hämatokrit	40,0 - 52,0	35,0 - 47,0	rel %
Leukozyten	4,0 - 9,0	4,0 - 10,0	10^3 / µL
Thrombozyten	140 - 440	140 - 440	10^3 / µL
MCV	83 - 97	83 - 97	fL
MCH	28 - 33	28 - 33	pg / Zelle
MCHC	32 - 36	32 - 36	g / dL

Referenzbereich

Kinder, Jugendliche und Senioren			
Analyt	**Alter**	**Einheiten**	
Erythrozyten	1 - 24 Monate	3,8 - 5,4	10^6 / µL
	2 - 12 Jahre	3,8 - 5,4	
	> 70 Jahre	3,8 - 5,0	
Hämoglobin	< 1 Monate	13,5 - 16,5	g / dL
	1 - 2 Monate	10,0 - 13,5	
	2 - 3 Monate	9,5 - 13,0	
	3 - 9 Monate	10,5 - 13,0	
	9 - 12 Monate	11,0 - 14,0	
	1 - 2 Jahre	10,9 - 13,7	
	2 - 3 Jahre	11,1 - 13,9	
	3 - 5 Jahre	11,4 - 14,2	
	5 - 8 Jahre	12,0 - 14,8	
	8 - 9 Jahre	11,5 - 14,9	
	9 - 11 Jahre	11,9 - 15,5	
	11- 13 Jahre	12,1 - 16,6	
	13 - 15 Jahre	12,8 - 16,6	
Hämatokrit	< 2 Jahre	32 - 42	rel %
	2 - 12 Monate	34 - 49	
	> 70 Jahre	37 - 47	
Leukozyten	< 1 Monate	5,0 - 19,5	10^3 / µL
	1 - 2 Monate	5,5 - 18,0	
	2 - 12 Monate	6,0 - 17,5	
	1 - 2 Jahre	6,0 - 17,0	
	2 - 4 Jahre	5,5 - 15,5	
	4 - 6 Jahre	5,0 - 14,5	
	6 - 12 Jahre	4,5 - 13,5	
	12 - 14 Jahre	4,5 - 13,0	

Blutbild

Thrombozyten	< 2 Jahre	200 - 450	10^3 / µL
	2 - 12 Monate	200 - 450	
	> 70 Jahre	140 - 440	
MCV	< 2 Jahre	75,0 - 86,0	fL
	2 - 12 Monate	76,0 - 89,0	
	> 70 Jahre	80,0 - 97,0	
MCH	< 2 Jahre	24,0 - 30,0	pg / Zelle
	2 - 12 Monate	23,0 - 29,0	
	> 70 Jahre	26,0 - 31,0	
MCHC	< 7 Monate	26 - 34	g / dL
	7 - 14 Monate	28 - 32	
	< 3 Jahre	26 - 34	

Referenzbereich

Differentialblutbild (automatisch)		
Analyt	**Alter**	**Zellen**
Neutrophile, rel.	< 8 Jahre	25 - 65
	> 8 Jahre	42 - 75
Lymphozyten, rel.	< 8 Jahre	30 - 70
	> 8 Jahre	20 - 51
Monozyten, rel.	-	1,7 - 11,2
Eosinophile	< 8 Jahre	0 - 5
	> 8 Jahre	0 - 4
Basophile	-	0 - 2
Differentialblutbild (mikroskopisch)		
Basophile	-	< 2
Eosinophile	-	< 7
Myeloblasten	-	< 1
Promyelozyten	-	< 1
Myelozyten	-	< 1
Metamyelozyten	-	< 1
Stabkernige	< 8 Jahre	< 10
	> 8 Jahre	< 5
Segmentkernige	-	50 - 70
Lymphozyten, rel.	< 8 Jahre	30 - 70
	> 8 Jahre	20 - 51
Monozyten, rel.	-	3 - 15
Plasmazellen	< 8 Jahre	< 5

Blutbild

	> 8 Jahre	< 2
atyp. Lymphoz.	-	< 1
Reizformen	-	< 1
Erythroblasten	-	< 1
Lymphoblasten	-	< 1
Kernschatten	-	< 1
Abbauformen	-	< 1
Blastäre Zellen	-	< 1
Blasten	-	< 1
Neutrophile, abs.	-	2,0 - 7,0
Lymphozyten, abs.	-	1,0 - 3,6
Monozyten, abs.	-	0,1 - 0,7
Basophile	-	< 2

Pathophysiologie

Erythrozyten

Bildung im Knochenmark unter Stimulation von Erythropoetin aus hämatopoetischen Stammzellen über Proerythroblasten, basophilen Erythroblasten, polychromatischen Erythroblasten, orthochromatische Erythroblasten, Retikulozyten, Erythrozyten.

- Siehe unten Erythrozytenmorphologie, Form- und Farbvarianten
- erhöht: Polyglobulie, reaktive Hypoxie; Polycythämia vera (myeloproliferativ).
- erniedrigt: Anämie, Blutungen, Eisenmangel, Vitamin B12-, Folsäuremangel, Thalassämie, chronische Niereninsuffizienz, Malignome, chronische Entzündungen, Infektionen, Autoimmunerkrankungen, Hämolyse, aplastische Anämie.

MCV

Mittleres Zellvolumen (mean cell volume) der Erythrozyten

MCV [fL] = Hämatokrit / Erythrozyten [L], Referenzbereich: 83 - 96 fL

Das MCV ist abhängig von der Hydratation der Erythrozyten (Plasmaosmolalität, Größenverteilung der Erythrozyten). Es ermöglicht die Unterscheidung von normo-, mikro- und makrozytären Anämien.

Erythrozyten mit einem MCV von 83 - 96 fL (μm 3) sind normozytär, mit einem MCV unter 83 fL mikrozytär und mit einem MCV über 96 fL makrozytär.

Bei Anwesenheit mehrerer Erythrozytenpopulationen wird der arithmetische Mittelwert berechnet. Kenntnis des RDW (siehe unten) ist daher notwendig.

- erniedrigt: Zeigt eine Verminderung des Hb-Gehalts der Erythrozyten bei Eisen-, Kupfer-, Vitamin B6-Mangel an. Eisenmangel, alimentärer Mangel, Resorptionsstörung (Sprue), Blutungen, erhöhter Eisenbedarf (Wachstum, Schwangerschaft, Laktation), Eisenverwertungsstörungen (Infektionen, Tumore, Hämoglobinopathien, Thalassämie, Hämoglobin C- / E-Krankheit). Sideroachrestische Anämie, Vitamin B6-Mangel, Vitamin B1-Mangel.
- erhöht: Vitamin B12- bzw. Folsäure-Mangel, Hämatologische Erkrankungen (akute Leukosen, myeloproliferative Erkrankungen, maligne Lymphome, Plasmozytom), Retikulozytose, nicht-hämatologische Erkrankungen (chronische Lebererkrankung, chronischer Alkoholabusus, Neugeborenenphase).

Blutbild

Da zwischen MCV und MCH eine lineare Beziehung besteht, liefern beide Werte in etwa identische Informationen. MCV und MCH stellen unter pathologischen Bedingungen sehr empfindliche Indikatoren dar, die Veränderung der Hämoglobin-Konzentration in den Erythrozyten (MCHC) ist weniger pathologisch ausgeprägt. Der MCHC-Wert ändert sich demzufolge erst bei fortgeschrittener mikrozytärer hyperchromer Anämie (z. B. bei Eisenmangel).

MCH

Mittlerer zellulärer Hämoglobingehalt (mean cellular hemoglobin) der Erythrozyten

MCH [pg] = Hämoglobin [g/L] / Erythrozyten [L], Referenzbereich: 28 - 33 pg / Zelle

MCH ist bei der Mehrzahl der Anämien direkt mit dem MCV korreliert. Falsch hohe Werte bei Hypertriglyzeridämie und Leukozytosen > 50.000/ μL.

MCH-Werte zwischen 28 und 33 pg werden als normochrom, unter 28 pg als hypochrom und über 33 pg als hyperchrom bezeichnet.

- erhöht: Hochtitrige Kälteagglutinine, Sphärozytose.
- erniedrigt: Kann bei Mangelanämien (Eisen, Kupfer, Vitamin B6) vorkommen; Fehlmessungen (niedrige Hb-Konzentrationen, hoher Hämatokrit).

MCHC

Mittlere zelluläre Hämoglobinkonzentration (mean cellular hemoglobin concentration)

MCHC [g/dL] = Hämoglobinkonzentration [g/dL] / Hämatokrit, Referenzbereich: 33-36 g/dL

Gilt als Maß der Hämoglobinkonzentration der zirkulierenden Erythrozytenmasse. Aufgrund des gleichsinnigen Verhaltens von MCV und MCH bleibt die MCHC bei vielen Veränderungen konstant.

RDW

Erythrozyten-Verteilungsbreite (red cell distribution width).
Darstellung der Verteilung des MCV. Der RDW ist ein Variationskoeffizient, dessen Bestimmung auf dem mittleren Erythrozytenvolumen (MCV) basiert. Er gibt die Größenabweichung der Erythrozyten von der Norm in Prozent an. Er ist bei der DD mikrozytärer Anämien von Bedeutung. Eine Verbreiterung signalisiert eine größere Streubreite der Erythrozytenpopulation (Anisozytose) in der Probe. Sehr hohe Werte bei hämolytischen Anämien (Retikulozytose).

Referenzbereich: 15,8 ±2,9%

- erhöht: Leukozytose, Infektionen, Leukosen.
- erniedrigt: Leukopenie, Knochenmarkserkrankungen, Neoplasien, Leukosen, hereditäre Blutbildungsstörungen, Autoimmunerkrankungen, Medikamente.

MCV, MCH, MCHC

- normal: Normochrome Anämie. Blutungsanämie, hämolytische Anämie, chronische Niereninsuffizienz, chronische Hepatopathien, chronische Entzündungsprozesse, Malignome.
- erniedrigt normal: Mikrozytäre, hypochrome Anämie. Eisenmangel, sideroachrestische Blei anämie, Thalassämie-Syndrom.
- erniedrigt erhöht: Kongenitale hämolytische Sphärozytose.
- erhöht normal: Makrozytäre hyperchrome Anämie. Megaloblastäre Anämie, Anämie bei chronischem Alkoholismus.

Retikulozyten

Übergangsformen von kernhaltigen Erythrozytenvorstufen im blutbildenden Knochenmark zu kernlosen reifen Erythrozyten im peripheren Blut. Retikulozyten enthalten noch geringe Mengen von Ribonukleinsäuren.

Nachweis mittels Vitalfärbung (Anfärbung unfixierter Blutausstriche), da bei der Färbung nach Pappenheim nicht nachweisbar. Hierbei erkennbar an retikulären Niederschlägen (Substantia

Blutbild

granulofilamentosa). Die Zahl der Retikulozyten wird im Verhältnis zu den Erythrozyten angegeben. Der Referenzbereich beträgt 0,5 bis 2 % der Erythrozyten (20 - 100 x 10^9 / L). Retikulozyten benötigen etwa 1 - 2 Tage (etwa ein Hundertstel der Lebensspanne der Erythrozyten) um zu Erythrozyten auszureifen.

Produktionsindex:
Je früher das Reifestadium bei der Freisetzung aus dem Knochenmark, desto länger ist ihre Ausreifungszeit und ihre Nachweisbarkeit im peripheren Blut. Da dies zu falsch hohen Werten führen kann, wird empfohlen, bei Vorliegen einer Polychromasie als Ausdruck einer gesteigerten Erythropoese eine entsprechende Korrektur vorzunehmen. Diese erfolgt in Abhängigkeit vom Hämatokrit (Hk) und von der Zeitspanne der vorzeitigen Ausschwemmung der Markretikulozyten. Daraus ergibt sich eine auf einen normalen Hämatokrit von 0,45 (45 %) korrigierte Retikulozytenzahl:

- $\text{Retikulozyten}_{korr}$ = Retikulozyten [%] x Hk [%] / 45

Durch den Retikulozyten-Produktions-/ oder Bildungsindex erfolgt eine empirische Berichtigung, welche die Reifungszeit der Retikulozyten berücksichtigt. Der Index errechnet sich aus dem korrigierten Retikulozytenanteil [%] und dem Hk-Tagesindex, d.h.

- Bildungsindex = $\text{Retikulozyten}_{korr}$ / Tagesindex_{Hk} =
  (Retikulozyten [%] x Hk [%] / 45) x 1 / Tagesindex_{Hk}

Der Hk-Index beträgt 1 (1 Tag) bei einem Hämatokrit von 45 %, 1,5 bei einem Hämatokrit von 35 %, 2 bei einem Hämatokrit von 25 % und 3 bei einem Hämatokrit von 15%. Dies entspricht rechnerisch der Formel

- $\text{Tagesindex}_{Hk} = - 8.75 + (99{,}18 / (1 + e^{-2\,(-0.85 + 0.092 \times \ln y)})$ y =Hämatokrit in %

Ein Index > 3 weist auf eine ausreichende, ein Index < 2 auf eine ungenügende Erythropoese.

- erhöht: Akuter Blutverlust, hämolytische Syndrome, anbehandelter Vitamin B12-, Folsäure- oder Eisenmangel. Eine erhöhte Retikulozytenzahl weist auf eine vermehrte Neubildung von Erythrozyten im Knochenmark hin.
- erniedrigt: Mangel an Eisen, Vitamin B12, Vitamin B6, Folsäure oder Kupfer; Anämie bei chronischen Erkrankungen (chronische Entzündung, maligne Tumoren, chronische Niereninsuffizienz, endokrine Störungen, aplastische Anämie).

Hämoglobin

Hämoglobin wird bezogen auf die Volumeneinheit (L) als Hämoglobinkonzentration angegeben. Sie kann je nach Hydratationszustand des Patienten beträchtlich schwanken.

Die Hämoglobinkonzentration pro Blutvolumeneinheit (g / dL) erlaubt unabhängig von der Erythrozytenzahl eine Aussage über die effektive Sauerstofftransportkapazität des Blutes.

- erhöht: Polyglobulie, Aufenthalt in Höhenlagen, starker Nikotinabusus.
- erniedrigt: Anämie

Blutbild

Ontogenese humaner Hämoglobine			
Auftreten	Hämoglobin	%Hb	Globinketten
2. SSW	Hb Gower 1		$\zeta 2\varepsilon 2$
5.-7. SSW	Hb Gower 2		$\alpha 2\varepsilon 2$
5.-7. SSW	Hb Portland 1		$\zeta 2\gamma 2$
5.-7. SSW	HbF*	ca. 50	$\alpha 2\gamma 2$
6. SSW	HbA		$\alpha 2\beta 2$
34. SSW	HbA2		$\alpha 2\delta 2$
3. Lunarmonat	HbF	90 - 92	$\alpha 2\gamma 2$
	HbA	10 - 12	$\alpha 2\beta 2$
Neugeborene	HbF	82	$\alpha 2\gamma 2$
	HbA	17,5	$\alpha 2\beta 2$
	HbA2	< 0,5	$\alpha 2\delta 2$
Erwachsene	HbA	97	$\alpha 2\beta 2$
	HbA2	2,5	$\alpha 2\delta 2$
	HbF	< 0,5	$\alpha 2\gamma 2$
SSW = Schwangerschaftswoche			

Hämatokrit (Hk)

Entspricht dem Volumenanteil der Zellen am Blutvolumen. Der Wert wird als Fraktion (L / L) angegeben.

Bei automatischen Messverfahren wird er aus der Hämoglobinkonzentration und den Erythrozytenindizes errechnet. Da die Erythrozyten im Normalfall 96 % des zellulären Volumenanteils ausmachen, wird der Hämatokrit in der Regel allein auf den Erythrozytenanteil bezogen.

- erhöht: Bei vermindertem Plasmavolumen aufgrund ungenügender Flüssigkeitszufuhr oder erhöhtem Flüssigkeitsverlust (Durchfall, Erbrechen, Polyurie); bei erhöhter roter Blutzellmasse bei Polyzythämie, Polyglobulie; z. B. Hypoxie, Tumore, Vermehrung von Erythropoetin.
- erniedrigt: unmittelbar nach einem Blutverlust ist der Hk bei niedrigem Blutvolumen normal; innerhalb von 12 - 36 Stunden normalisiert sich die Blutmenge durch Zunahme der intravasalen Flüssigkeitsmenge wieder und der Hk fällt kontinuierlich ab; ein Hk-Abfall von 0,3 entspricht einem Hb-Abfall von 1 g/dL.

Schwangerschaft: Vermehrung des Plasmavolumens um 50 % und der Erythrozytenmasse um 30 %; dadurch entsteht ein Abfall des Hk um 25 - 30 % und ein Abfall des Hb um 2 - 4 g/dL.

Blutbild

Weißes Blutbild

Leukozyten

Veränderungen der Leukozytenzahl beruhen in erster Linie auf einer Erhöhung oder Verminderung der polymorphkernigen neutrophilen Granulozyten oder der Lymphozyten.

erhöht

- Leukozytose mit Neutrophilie (> 7.500 / µL): Lokale Infektionen (Abszess, Phlegmone, Tonsillitis; Cholezystitis, Appendizitis, Salpingitis, Peritonitis, Pyelitis, Endokarditis). Generalisierte Infektionen durch Bakterien, Pilze, Hämoparasiten (Malaria) (leukämoide Reaktion bei Sepsis, Miliar-Tuberkulose). Entzündliche Erkrankungen wie rheumatisches Fieber, chronische Polyarthritis, Nephritis, Pankreatitis, Colitis ulcerosa, M.Crohn, Myokard-Infarkt. Maligne Tumore, Intoxikationen, zentralnervöse Prozesse, Gravidität, Stress, körperliche Anstrengung, akuter Blutverlust, Zustand nach Splenektomie. Proliferative Neutrophilien (CML, OMS, P. v.).
- Leukozytose mit Lymphozytose: Infektionskrankheiten (Pertussis, akute infektiöse Lymphozytose, infektiöse Mononukleose, Zytomegalie, infektiöse Hepatitis, Brucellose, Tuberkulose). Lymphatische Systemerkrankungen (CLL, maligne Lymphome, Schwerkettenkrankheit, M. Waldenström).
- Leukozytose mit Eosinophilie: Allergische Erkrankungen (Asthma bronchiale, Urtikaria, Pollinosis, allergische Vaskulitis); Pemphigus vulgaris, M. Duhring, Erythema exsudativum multiforme. Parasitosen (z. B. Trichinose, Echinokokkose, Scrabies, Zystizerkose). Infektionskrankheiten (z. B. Scharlach). Hypereosinophiles Syndrom (z. B. Löffler-Syndrom, Löfgren-Syndrom, disseminierte eosinophile Kollagenerkrankung). Maligne Erkrankungen (Eosinophilen-Leukämie, CML, M. Hodgkin, metastasierende Karzinome). Familiäre Eosinophilie.
- Leukozytose mit Basophilie: CML, Polyzythämia vera.
- Leukozytose mit Monozytose: Chronische Infektionskrankheiten (z.B. Tuberkulose, subakute bakterielle Endokarditis, Brucellose, Lues, Malaria, Leishmaniose, Trypanosomiasis); Rekonvaleszenz nach akuten Infektionen. Entzündliche Erkrankungen (z. B. Lupus erythematodes disseminatus, Sarkoidose, Colitis ulcerosa, M. Crohn).

erniedrigt

- Leukopenie mit Neutropenie: Chemotherapie maligner Tumoren; immunsuppressive Therapie; aplastische Panzytopenie, Präleukämie-Syndrom; kongenitale Neutropenie (Kostmann-Syndrom), retikuläre Dysgenesie, Shwachman-Diamond-Syndrom, Chediak-Higashi-Syndrom, zyklische Neutropenie; chronische idiopathische Neutropenie, autoimmune Neutropenie (z. B. SLE, Sjögren-Syndrom, Felty-Syndrom), isoimmune neonatale Neutropenie. Infektionskrankheiten mit Neutropenie (z. B. Typhus abdominalis, foudroyant verlaufende Sepsis, Brucellose, Influenza, Röteln, Masern, Rickettsien, Malaria, Leishmaniose). Medikamenten-induzierte Neutropenie (z. B. Phenothiazine, Thyreostatika, Chloramphenicol, Aminopyrin, Primidon, Phenytoin, Methotrexat).
- Leukopenie mit Lymphopenie: M. Hodgkin, einzelne Non-Hodgkin-Lymphome, maligne Tumoren, Polyzythämia vera, Miliartuberkulose, SLE, M. Cushing, Urämie, Kortikosteroid-Therapie.

Granulozyten

Stabkernige neutrophile: Myeloblasten, Promyelozyten und Myelozyten gehören zum mitotischen Kompartiment des Knochenmarks; Metamyelozyten, stabkernige und reife (segmentierte) Granulozyten gehören zum postmitotischen Kompartiment. Stabkernige Granulozyten, sind Reifungsvorstufen der segmentierten Granulozyten, treten normalerweise in geringer Anzahl (< 5 %) als einzige Vorstufen im peripheren Blut auf. Ein vermehrtes Auftreten von unreifen Vorstufen der Granulozyten wird Linksverschiebung genannt. Der Begriff “Linksverschiebung“

Blutbild

leitet sich aus der Verschiebung der Leukozytenverteilungskurve ab: Links die jugendlichen, rechts die ausgereiften, alten Formen.

- erhöht:
  reaktive Linksverschiebung: Bei Infektionen, Intoxikationen, körperlicher Belastung kann die Leukozytenzahl im peripheren Blut ansteigen. Es treten auch vermehrt unreife Vorstufen auf, in erster Linie stabkernige neutrophile Granulozyten. Biologische Leukozyten-Verteilungskurve während und nach einem bakteriellen Infekt. Neutrophile Kampfphase (reaktive Linksverschiebung mit > 5 % stabkernigen Granulozyten, Rückgang der relativen Lymphozytenzahl, Verschwinden der eosinophilen Granulozyten).Monozytäre Überwindungsphase (Monozyten vermehrt, Linksverschiebung rückläufig). Lymphozytäre Heilungsphase (Anstieg der Lymphozyten, Wiederauftreten der eosinophilen Granulozyten).

  pathologische Linksverschiebung: Auftreten von unreifen Vorstufen der Granulozyten (auch ganz unreife Zellen, wie z. B. Myeloblasten) im peripheren Blut; Osteomyelofibrose, chronisch myeloische Leukämie, Polycythaemia vera, akute Leukämie, chronische Erythro-Leukämie.

- erniedrigt: siehe Leukopenie.

Segmentkernige neutrophile: Sie dienen der körpereigenen Abwehr (Phagozytose). In den Granula der Zellen befinden sich die dafür notwendigen Enzyme. 5 - 10 % der Zellen befinden sich im peripheren Blut, der Rest ist im Knochenmark oder im sogenannten marginalen Randpool (Kapillarbett der Lunge).

- erhöht:
  Freisetzung aus marginalem Randpool innerhalb von Minuten.
  Freisetzung aus Knochenmark innerhalb von Minuten bis Stunden (postmitotisches Kompartiment, stabförmige und polymorphkernige neutrophile Granulozyten).
  Freisetzung aus Knochenmark innerhalb 2 - 3 Tagen (mitotisches Kompartiment; es können Metamyelozyten und Myelozyten ins periphere Blut gelangen).

  Ursachen: bakterielle (auch Pilze, Parasiten, Viren) Infektionen, körperliche Anstrengung, seelischer und körperlicher Stress, chronisch entzündliche Erkrankungen, metabolische Erkrankungen, Intoxikationen, akuter Blutverlust, maligne Tumore, chronisch myeloische Leukämie, Myelofibrose, Polyzythaemia vera, Splenektomie.

- erniedrigt:
  Autoimmunneutropenie (primär oder sekundär z. B. bei Lupus erythematodes), Medikamenteninduziert, Chemotherapie maligner Tumore, Virusinfektionen (z. B. Epstein Barr Virus), Leberzirrhose, zyklische Neutropenie.

Eosinophile:

- erhöht: Allergische Erkrankungen (Asthma bronchiale, Urtikaria, angioneurotisches Ödem, Pollinosis, allergische Vaskulitis, Lebensmittel- und Medikamentenallergie, Serumkrankheit, Heufieber, Quincke-Ödem, Colitis ulcerosa, eosinophiles Lungeninfiltrat, nach Insektenstichen (Schwarze Witwe, Bienen, Wespen)), Hauterkrankungen (Pemphigus vulgaris, Dermatitis herpetiformis, Erythema exsudativum multiforme), Parasitenbefall (Plasmodien, Trichinose, Zystizerkose, Echinokokkose, Filarien, Scabies, Taenien, Toxocara canis, Toxoplasmose), Heilungsphase von Infektionserkrankungen, maligne Erkrankungen (chronisch-myeloische Leukämie, maligne Lymphome, metastasierende Karzinome), Hypereosinophilie-Syndrom (> 1,5 G / L (G= Giga; 10^9), unklare Ursache, bei längerer Dauer als 6 Monate multiple Organkomplikationen durch Infiltration), CML, Endokarditis Libman-Sacks, Erythrämie, Fasciola hepatica, hereditäre Eosinophilie, Hungerzustände, Hyperthyreose, Hypopitui-

Blutbild

tarismus, Intoxikationen mit Kupfersulfat, M. Addison, M. Hodgkin, metastasierende Karzinome, nach Splenektomie, P.V., Periarteriitis nodosa, Perniziosa, Phosphor, Pilocarpin, Postinfektiöse Eosinophilie, Sichelzellanämie, Strongyloides stercoralis, Taenien, Toxocara canis, Toxoplasmose, Waterhouse-Friedrichsen-Syndrom.

- erniedrigt: Akute Infektionen, Stress, vermehrte Kortikosteroidwirkung, M. Cushing, NNR-Überfunktion. Zu Beginn von schweren Infektionskrankheiten wie Typhus, Shigellendysenterie, Peritonitis, Sepsis. Coma diabeticum, Coma urämicum, Porphyrie, akute Hämolysen, Coma hepaticum.

Basophile: Enthalten neben anderen Substanzen (z.B. Heparin) auch Mediatoren allergischer Reaktionen wie Histamin.

- erhöht: Chronisch myeloische Leukämie (Zeichen einer Akzeleration), Polyzythämie vera, Infekte, Thyreotoxikose, systemische Mastozytose.
- erniedrigt: Erkrankungen die Knochenmarksversagen verursachen.

Monozyten

Phagozytose und Antigenpräsentation an das Immunsystem. Im Gewebe befindliche Monozyten werden Makrophagen genannt.

- erhöht: Chronische bakterielle Infekte (Tuberkulose, Brucellose, bakterielle Endokarditis, Typhus), Malignome (M.Hodgkin, Karzinome, chronisch myelomonozytäre Leukämie), Colitis ulzerosa, Leberzirrhose, Sarkoidose, medikamentöse Reaktionen, Knochenmarksregeneration nach Chemotherapie.
- erniedrigt: Erkrankungen die Knochenmarksversagen verursachen.

Lymphozyten

- erhöht: Virale Infektionen (z. B. Epstein Barr Virus, Zytomegalie Virus); andere Infektionen wie Toxoplasmose, Typhus abdominalis, Brucellose; Malignome: Karzinome, Lymphome, lymphatische Leukämien.
- erniedrigt: Autoimmunerkrankungen (z. B. Lupus erythematodes), Chemotherapie, Strahlentherapie, Tuberkulose, verschiedene Virusinfektionen (z. B. HIV), Urämie, M.Cushing, Kortikosteroidbehandlung, kongenitale Immundefizienz-Syndrome.

Thrombozyten

Thrombozyten werden im Knochenmark von Megakaryozyten gebildet und an das periphere Blut abgegeben.

- erhöht:
  Essentielle Thrombozythämie, myeloproliferatives Syndrom (Polyzythämia vera, chronisch-myeloische Leukämie). Zustand nach Splenektomie, nach Blutverlust.

  primär: Essentielle Thrombozythämie (myeloproliferativ), im Zuge myeloproliferativer Erkrankungen (z. B. Polyzythämia vera, chronische myeloische Leukämie).

  sekundär, reaktiv: Infektionen, postoperativ (nach einer Woche), nach körperlicher Anstrengung (nach 15 Minuten), maligne Tumore, nach Blutung, nach Chemotherapie.
- erniedrigt:
  Werte < 60 G / L können nach Traumen und postoperativ Blutungen verursachen
  Werte < 10 G /L können zu lebensbedrohlichen Spontanblutungen führen.

  Idiopathische thrombozytopenische Purpura (Morbus Werlhof), arzneimittelinduzierte Thrombozytopenie, Verbrauchskoagulopathie, Moschcowitz-Syndrom, Gasser-Syndrom, Hypersplenismus, Zytostase, Radiatio, Panmyelopathie, akute Leukämien, Finalstadium chronischer Leukämien, multiples Myelom, megaloblastäre Anämie, Wiskott-Aldrich-Syndrom.

Blutbild

- Verminderte Thrombozytenbildung: verschiedene hereditäre Formen; erworbene Ursachen wie z. B. Knochenmarksinfiltration bei Malignomen, Leukämie, Stammzellschädigung durch Bestrahlung oder Zytostatika, aplastische Anämie.
- Vermehrte Thrombozytenzerstörung: Immunthrombozytopenie (verkürzte Überlebenszeit IgG beladener Thrombozyten), bei disseminierter intravasaler Gerinnung, Sepsis, Schock, intraoperativ, nach Transfusionen.
- Hypersplenismus: Sequestrierung im vergrößerten Organ; EDTA bedingte Pseudothrombozytopenie: durch das Antikoagulans EDTA wird eine Thrombozytenaggregation in vitro hervorgerufen, die zu falsch niedrigen Werten bei der Zählung durch automatisierte Analysengeräte führt; alternative Zählung aus Citratblut!
- falsch erniedrigt: Teilgerinnung des Blutes bei unsachgemäßer Abnahme, überalterte Blut probe. Pseudothrombopenie durch Aggregatbildung (Medikamente, Antikörper, Kälteagglutinine) oder EDTA-induziert
(Kontrollzählung in Citrat- und Heparin-Blut).

Erythrozytenmorphologie, Form- und Farbvarianten

Normozyten Erythrozyten mit einem Durchmesser von 7 μm, mit typischer zentraler Aufhellung.

Mikrozyten Erythrozyten mit einem Durchmesser von < 6 μm, bei denen die zentrale Aufhellung noch sichtbar ist.
Vorkommen: Anämien, Hämoglobinbildungsstörungen, Myelodysplasie, α-, β-Thalassämien

Makrozyten Erythrozyten mit einem Durchmesser von > 10 μm, mit zentraler Aufhellung, oft polychromatisch (Retikulozyten).
Vorkommen: Bei makrozytären und hämolytischen Anämien, bei Hepatopathien, Hypothyreose, sowie beim myelodysplastischen Syndrom und chronischem Alkoholismus.

Megalozyten Erythrozyten mit einem Durchmesser von > 10 μm, ohne zentrale Aufhellung.
Vorkommen: Störungen der Erythrozytenproliferation, z. B. bei megaloblastärer Anämie durch Vitamin B12- und/oder Folsäure-Mangel, bei Hepatopathien, unter Zytostatikatherapie (z. B. Azathioprin, Hydroxyurea).

Kugelzellen bzw. Sphärozyten. Erythrozyten mit einem Durchmesser von 3 - 6 μm, ohne zentrale Aufhellung.
Vorkommen: Bei der Sphärozytose (hereditäre), autoimmunhämolytischen Anämien, nach Splenektomie, mikroangiopathischen Anämien, Kälteagglutininkrankheit.

Ovalozyten bzw. Elliptozyten. Durchmesser nicht vergrößert, ovale Form.
Vorkommen: Bei megaloblastären Anämien, Hyperlipidämie.

Poikilozytose Bezeichnet unterschiedlichste abnorme Erythrozytenformen ($>$ 3 % der Erythrozyten). Meist in Verbindung mit einer Anisozytose.
Vorkommen: Bei schweren Anämien mit ineffektiver Erythropoese und extramedullärer Blutbildung.

Anisozytose Erhöhte Größenvariabilität der Erythrozyten ($>$ 3 %), z. B. gleichzeitiges Vorkommen von Mikro- und Makrozyten im peripheren Ausstrich.
Vorkommen: Mikrozytäre Anämie mit starker Regeneration, d. h. mit Ausschwemmung junger Erythrozyten, welche größer sind, z .B. Eisenmangelanämie nach Eisensubstitution. Häufig auch bei anderen Anämieformen anzutreffen.

Fragmentozyten bzw. Schistozyten. Erythrozytenbruchstücke, die teilweise wie ausgestanzt aussehen.
Vorkommen: Bei intravasaler Hämolyse, thrombozytopenische Purpura, Mikroangiopathie, bei

Blutbild

angeborenen Anämien, megaloblastäre Anämie, Eisenmangel-Anämie, thermische Schädigung der Erythrozyten durch schwere Verbrennungen.

Echinozyten Erythrozyten mit sternförmig, regelmäßig gezahnter Zelloberfläche.
Vorkommen: Artefakt durch Lagerung, selten *in vivo*.

Akanthozyten bzw. Klettenzellen. Erythrozyten mit wenigen unregelmäßigen Fortsätzen.
Vorkommen: Bei Milzverlust, durch mechanische Schädigung, Lipidbildungsstörungen.

Tränentropfenformen bzw. Dakryozyten. Erythrozyten mit Fortsatz an nur einem Zellpol.
Vorkommen: Bei schweren Anämien mit ineffektiver Erythropoese und extramedullärer Blutbildung.

Sichelzellen bzw. Drepanozyten. Erythrozyten in Sichelform, teilweise mit Fortsätzen.
Vorkommen: Bei Sichelzellenanämie.

Stomatozyten Erythrozyten mit schlitzförmiger Delle.
Vorkommen: Bei hereditärer Stomatozytose, bei chronischen Alkoholikern, Stoffwechselstörungen, ein *in vitro* Artefakt (niedriger pH).

Basophile Tüpfelung Erythrozyten mit feiner bis grober basophiler Punktierung, Die Körnchen entsprechen residualen RNShaltigen Zellbestandteilen, Darstellung in der Pappenheim-Färbung.
Vorkommen: Bei überstürzter Erythropoese, z. B. bei starkem Blutverlust oder schwerer Hämolyse, gesteigerter Regeneration, Thalasämien, Myelodysplasie, starker Erythropoietinstimulation. Grobe Tüpfelung bei Bleivergiftungen, Hb-Bildungsstörungen, dyserythropoetischen Anämien. Unspezifisch bei erhöhten Retikulozytenzahlen.

Howell-Jolly-Körperchen Erythrozyten mit kugeligem, exzentrisch gelegenem Chromatinrest, Darstellung in der Pappen heim-Färbung
Vorkommen: Bei überstürzter Erythropoese, Milzverlust, bei megalo- und dyserythropoetischen Anämien.

Normoblasten Erythrozyten mit Kernresten, Darstellung in der Pappenheim-Färbung.
Vorkommen: Bei überstürzter Erythropoese.

Retikulozyten Große Erythrozyten ohne zentrale Aufhellung, RNA-Reste, Darstellung in der Vitalfärbung.
Vorkommen: Normwert bis 1,5 % im peripheren Blut, Vermehrung bei gesteigerter Erythropoese und starker Erythropoietinstimulation.

Heinz'sche Innenkörper Erythrozyten mit kugeligen Einschlüssen (denaturiertes Hb), Darstellung in der Vitalfärbung.
Vorkommen: Bei toxischen und angeborenen hämolytischen Anämien, nach Milzverlust, Glukose-6-Phosphatdehydrogenasemangel oder instabilem Hb.

Siderozyten Erythrozyten mit Hämosiderinablagerungen (Eisengranula), Darstellung in der Eisenfärbung.
Vorkommen: Bei siderochrestischen und hämolytischen Anämien, nach Milzverlust.

Polychromatische Erythrozyten Erythrozyten mit bläulichem Farbeinschlag. Es handelt sich um unreife Erythrozyten mit einem hohen RNA-Gehalt. Polychromatische Erythrozyten sind meist identisch mit Retikulozyten, genauer Markretikulozyten.
Vorkommen: Bei überstürzter Erythropoese, z. B. bei starkem Blutverlust oder schwerer Hämolyse, bei starker Erythropoietinstimulation, bei Anämien mit gesteigerter Regeneration.

Hypochromie Erythrozyten sind durch schlechte Hb-Füllung weniger angefärbt, die zentrale Aufhellung beträgt mehr als ein Drittel.
Vorkommen: Meist Ausdruck einer verminderten Hämoglobinkonzentration (MCHC) als Folge einer Hämoglobinbildungsstörung (Eisenmangelanämie, Thalassämie).

Hyperchromie Erythrozyten sind durch erhöhte Hb-Füllung dicker und dadurch stärker angefärbt. Die Delle ist

Blutbild

undeutlich.
Vorkommen: Bei megaloblastären Anämien (Vitamin B12- oder Folsäure-Mangel, bei verschiedenen hämolytischen Anämien, Bildung von Mikrosphärozyten durch Wasserverlust.

Targetzellen Kokardenzellen,Schießscheibenzellen.
Entstehen bei einem Missverhältnis von niederem Hämoglobingehalt und großer Zelloberfläche. Sie weisen innerhalb der zentralen Aufhellung eine Anhäufung von Hämoglobin auf, wodurch sie das schießscheibenartige Aussehen erhalten.
Vorkommen: Thalassämie, Eisenmangelanämie, Splenektomie, Hyperlipidämie.

Anulozyten Erythrozyten in Ringform mit sehr großer zentraler Aufhellung (> 2/3 des Durchmessers).
Vorkommen: Typisch bei schweren Hämoglobinbildungsstörungen mit absolutem Eisenmangel.

Cabot'sche Ringe Erythrozyten mit schleifen-, ringförmigem Einschluss, wahrscheinlich Reste von Spindelfasern einer abnormen Mitose.
Vorkommen: Bei Milzverlust, schwergradiger Störung der Erythropoese, z. B. Thalassämie.