

Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung (U. B.)	13
2.	Materialgewinnung, Blutentnahme (U. B.)	15
2.1	Venenblut	15
2.1.1	Material	15
2.1.2	Entnahmestelle	17
2.1.3	Ausführung	17
2.1.4	Schwierigkeiten bei der Blutentnahme	18
2.1.5	Venöse Blutentnahme bei Kindern	19
2.2	Kapillarblut (Fingerblut)	19
2.2.1	Benötigtes Material	19
2.2.2	Entnahmestelle	20
2.2.3	Ausführung	20
2.2.4	Kapilläre Blutentnahme bei Säuglingen (bis zum Alter von 4–5 Wochen)	20
2.3	Fehlermöglichkeiten bei der Blutentnahme	21
2.4	Unterschiede Kapillarblut/Venenblut	21
3.	Verarbeitung des Blutes (U. B.)	22
3.1	Herstellung von Blutausstrichen	22
3.1.1	Objektträger-Ausstriche	22
3.2	Maschinelle Herstellung von Ausstrichen	24
3.3	Leukozytenanreicherung	24
3.3.1	Arbeitsvorschrift für Leukozytenanreicherung	24
3.4	Gewinnung von Serum	26
3.5	Gewinnung von ungerinnbarem Blut oder von Plasma; Antikoagulantien	26
3.5.1	Substanzen, welche Calcium binden	26
3.5.2	Heparin	27
3.5.3	Allgemeines zur Verwendung von antikoaguliertem Blut	27
3.6	Über die Aufbewahrung von Blut vor der Verarbeitung	28
3.7	Aufziehen von Blut in Verdünnungslösungen (für Zellzählungen, Hämoglobinbestimmungen usw.)	29
4.	Zählung der Blutzellen (U. B.)	30
4.1	Direkte Zählung in der Zählkammer	30
4.1.1	Aufbau der Zählkammer	31
4.1.2	Füllen der Zählkammer	32
4.1.3	Zählung	32
4.1.4	Berechnung der Zellzahl pro Volumeneinheit Blut	32
4.1.5	Genauigkeit des Resultates	33
4.1.6	Zusätzliche (vermeidbare) Fehlermöglichkeiten bei quantitativen Blutuntersuchungen	34
4.2	Automatische Zellzählung	34
4.2.1	Elektrische Impedanzverfahren	35
4.2.2	Optische Verfahren	36

4.2.3	Neuere Entwicklungen	37
4.2.4	Evaluation automatischer Zählgeräte	38
4.2.5	Richtlinien für die Anschaffung eines automatischen Zellzählgerätes	39
4.3	Arbeitsvorschriften für manuelle Zellzählungen	40
4.3.1	Erythrozytenzählung	40
4.3.2	Leukozytenzählung	41
4.3.3	Thrombozytenzählung	42
4.3.4	Zählung der Eosinophilen	43
5.	Hämatokrit (U.B.)	45
5.1	Zur Technik	45
5.2	Ablesung	46
5.3	Fehlermöglichkeiten bei der Hämatokritmessung	47
5.4	Arbeitsvorschrift Hämatokrit	47
5.5	Andere Methoden	47
6.	Hämoglobinmessung (U.B.)	48
6.1	Die Bestimmung der Hämoglobinkonzentration im Blut	48
6.2	Fehlermöglichkeiten bei der Hämoglobinbestimmung und ihre Vermeidung	49
6.3	Kontrolle der Hämoglobinbestimmung	50
6.4	Arbeitsvorschrift für Hämoglobinmessung	50
6.5	Andere Methoden zur Hämoglobinmessung	53
7.	Erythrozyten-Indizes (U.B.)	54
7.1	Berechnung der Indizes	55
7.2	Bedeutung und Interpretation der Indizes	56
8.	Die mikroskopische Untersuchung von panoptisch gefärbten Blutausstrichen (U.B.)	59
8.1	Benützung des Mikroskopes	59
8.1.1	Das Lichtmikroskop	59
8.1.2	Das Phasenkontrastmikroskop	60
8.2	Die panoptische Färbung von Ausstrichpräparaten	62
8.2.1	Farbstoffe	62
8.2.2	Arbeitsvorschrift für die panoptische Färbung nach Pappenheim	63
8.2.3	Kommentar zur Pappenheimfärbung	64
8.2.4	Schnellfärbung	65
8.2.5	Färbeautomaten	65
9.	Die Zellen des Blutes (U.B.)	66
9.1	Das färberische Verhalten der Zellbestandteile	67
9.2	Allgemeines zur Entwicklung der Zellen	68
9.3	Erythrozyten	69
9.3.1	Abweichungen der Erythrozyten von der Norm	69
9.3.1.1	Abweichungen der Gestalt	70
9.3.1.2	Abweichungen der Farbe	74
9.3.1.3	Einschlüsse in den Erythrozyten	75

9.4	Leukozyten	77
9.4.1	Granulozyten	79
9.4.2	Monozyten	80
9.4.3	Lymphozyten	81
9.4.4	Plasmazellen	81
9.4.5	Die wichtigsten Formabweichungen der Leukozyten	81
9.4.6	Einige Begriffe im Zusammenhang mit quantitativen Veränderungen der Leukozyten	83
9.5	Thrombozyten, Blutplättchen	84
10.	Die Untersuchung des gefärbten Blutausstriches (U.B.)	85
10.1	Die systematische Untersuchung	85
10.1.1	Betrachtung des Präparates bei schwacher Vergrößerung	85
10.1.2	Betrachtung bei stärkerer Vergrößerung (Objektiv 40× oder 100×)	87
10.2	Die Differenzierung des Blutbildes	88
10.2.1	Technik der Differenzierung	89
10.2.2	Genauigkeit der Differenzierung	90
10.2.3	Referenzwerte der Leukozyten	91
10.2.4	Automatische Blutbilddifferenzierung	91
10.3	Die Dokumentation hämatologischer Befunde, speziell des Blutbildes	94
11.	Die Untersuchung des Knochenmarkes (U.B.)	96
11.1	Funktion und Aufbau des Knochenmarkes	96
11.2	Die Gewinnung von Knochenmark	97
11.2.1	Knochenmarksaspiration	98
11.2.2	Zur Technik der Biopsie	103
11.3	Qualitative Beurteilung des Knochenmarksausstrichs	104
11.3.1	Granulierte Zellen	104
11.3.2	Nicht granulierte Zellen	106
11.3.3	Zellen des Retikulums	108
11.4	Untersuchung des pathologischen Knochenmarkes	108
11.4.1	Semiquantitative Beurteilung des Knochenmarkes	108
11.4.1.1	Abschätzung des Gesamtzellgehaltes	109
11.4.1.2	Zellverteilung	110
11.4.1.3	Das M/E-(Myelopoese/Erythropoese-)Verhältnis	111
11.4.1.4	Postmitotische Granulozytenreserve	111
11.4.1.5	Einzelne Zellreihen	111
11.5	Zur Frage der Differenzierung des Knochenmarkes	112
11.6	Schwierigkeiten bei der Beurteilung von Knochenmarksausstrichen	112
12.	Spezialfärbungen (U.B.)	115
12.1	Vitalfärbung	117
12.1.1	Retikulozytenzählung	117
12.1.2	Innenkörper (Heinzsche Innenkörper, Heinz bodies)	122
12.1.3	Innenkörper bei α -Thalassaämie	123
12.2	Eisenfärbung	124
12.3	Peroxidase (POX)	126
12.4	Sudan-Schwarz-Färbung	127
12.5	Alkalische Neutrophilen- (oder Leukozyten-)Phosphatase, ALP	131
12.6	Saure Phosphatasen	133

12.7	Esterasen	136
12.7.1	Arbeitsvorschrift für Nachweis von α -Naphthyl-Butyrat-Esterasen (unspezifische Esterasen)	136
12.7.2	Chloracetat-Esterase	137
12.8	PAS (periodic-acid-Schiff)-Reaktion	138
12.9	Nachweis von fetalem Hämoglobin (HbF) in Erythrozyten	140
13.	Methoden zur Abklärung hämolytischer Anämien (U. B.)	142
13.1	Freies Hämoglobin im Plasma, quantitativ	145
13.2	Hämosiderinnachweis im Urin	146
13.3	Myoglobin im Urin	147
13.4	Haptoglobin	148
13.5	Methämalbumin (MHA), Schumm-Test	150
13.6	Osmotische Resistenz der Erythrozyten	150
13.7	Hämoglobinelektrophorese	154
13.8	Hämoglobin A₂	155
13.9	Fetales Hämoglobin (HbF)	155
13.10	Sichelzellentest	156
13.11	Instabile (thermolabile) Hämoglobine (Hitzenaturationstest)	156
13.12	Glucose-6-Phosphatdehydrogenase (G-6-PD)-Suchtest	157
13.13	Autohämolyse	158
13.14	Säure-Serum-Test (Ham-Test)	159
13.15	Sucrose-Hämolyse-Test (Zuckerwassertest)	162
14.	Andere Methoden (U. B.)	164
14.1	Die Blutsenkung	164
14.2	Nuklearmedizinische Untersuchungen in der Hämatologie	167
14.2.1	Erythrozytenvolumen, Plasmavolumen, Blutvolumen	167
14.2.2	Mittlere Erythrozytenlebenszeit (MEI)	171
14.2.3	Eisenkinetik	172
14.2.4	Thrombozytenmarkierung	174
14.2.5	Schilling-Test (Vitamin-B ₁₂ -Resorption)	174
14.3	Glycosyliertes Hämoglobin (HbA_{1c})	176
14.4	Methämoglobin (Hämiglobin)	177
14.5	Sulfhämoglobin	179
14.6	Carboxyhämoglobin (HbCO)	179
14.7	Nachweis von LE-Zellen	180
14.8	NBT (Nitroblue Tetrazolium) Test	181
14.9	Malaria	182
14.10	Filariennachweis	187
14.11	Desferrioxamin-Test (Desferal®-Test)	187
14.12	Viskosität des Serums	188
15.	Die normale Blutstillung (E. A. B.)	190
15.1	Grundbegriffe	190
15.2	Kontinuierliche Blutstillung	190
15.3	Blutstillung bei Gefäßverletzungen	191
15.3.1	Die primäre Blutstillung	191
15.3.2	Blutgerinnung	192

15.3.3	Fibrinolyse	193
15.3.4	Wundheilung	194
16.	Störungen der Blutstillung. Die Blutungsübel oder hämorrhagischen Diathesen und ihre Abklärung (E.A.B.)	195
16.1	Vorbemerkungen zur Klinik der hämorrhagischen Diathesen	195
16.2	Störungen der kontinuierlichen Blutstillung	197
16.3	Störungen der primären Blutstillung	197
16.3.1	Vorbemerkung zur Klinik	197
16.3.2	Labortests zum Nachweis von Störungen der primären Blutstillung	198
16.3.2.1	Zählung und morphologische Beurteilung der Thrombozyten	198
16.3.2.2	Blutungszeit	198
16.3.2.3	In vivo Plättchenretention nach Borchgrevink modifiziert nach de la Cuadra	200
16.3.2.4	Funktionsprüfung der Thrombozyten in vitro	201
16.3.2.5	Beurteilung des von Willebrand-Faktors	202
16.3.2.6	Zusammenfassung der Abklärung von Patienten mit Störungen der primären Hämostase	203
16.4	Störungen der Blutgerinnung	203
16.4.1	Vorbemerkung	203
16.4.2	Prinzip der Untersuchungsmethoden für die Feststellung einer Störung der Blutgerinnung	204
16.4.3	Bestimmung einzelner Gerinnungsfaktoren	205
16.4.4	Vorschriften für die Durchführung der wichtigsten Gerinnungsanalysen	206
16.4.4.1	Vorbemerkung	206
16.4.4.2	Qualitätssicherung bei Gerinnungsanalysen	206
16.4.4.3	Blutentnahme für Gerinnungsanalysen	207
16.4.4.4	Quantifizierung von Resultaten (Einheiten, Konzentration)	207
16.4.4.5	Normale Referenzwerte	207
16.4.4.6	Erstellung von Eichkurven	208
16.5	Methodik der wichtigsten konventionellen Gerinnungsanalysen	209
16.5.1	Thromboplastinzeit (Quick-Test)	209
16.5.1.1	Prinzip	209
16.5.1.2	Auswertung der Resultate	209
16.5.1.3	Interpretation	209
16.5.2	Aktivierte partielle Thromboplastinzeit	209
16.5.2.1	Vorbemerkung	209
16.5.2.2	Vorschrift für die Durchführung der aktivierten partiellen Thromboplastinzeit	210
16.5.2.3	Interpretation	210
16.5.3	Thrombinzeit, Reptilasezeit	211
16.5.3.1	Vorbemerkung	211
16.5.3.2	Arbeitsvorschrift für die Thrombin- bzw. Reptilasezeit	211
16.5.3.3	Interpretation	211
16.5.4	Modifikationen der Thrombinzeit	212
16.5.5	Fibrinogenbestimmung nach Clauß	212
16.5.5.1	Vorbemerkung	212
16.5.5.2	Durchführung des Tests	212
16.5.5.3	Herstellung einer Eichkurve	212
16.5.5.4	Interpretation	212
16.5.6	Fibrinstabilisierung	212
16.5.6.1	Vorbemerkung	212

16.5.6.2	Durchführung des Tests	213
16.5.6.3	Interpretation	213
16.5.7	Bestimmung einzelner Gerinnungsfaktoren	213
16.5.8	Gerinnungsanalysen unter Verwendung von chromogenen Substraten	214
17.	Thrombose und Embolie – Thrombophilie – Antikoagulation	
	(E. A. B.)	216
17.1	Grundsätzliches zur Entstehung und über die Bedeutung einer Thrombose	216
17.2	Angeborene Thrombophilie	217
17.2.1	Indirekte Methoden zum Nachweis einer Thrombophilie	217
17.2.1.1	Aktivierte partielle Thromboplastinzeit	217
17.2.1.2	Nachweis von löslichem Fibrin	217
17.2.2	Direkte Methoden zum Nachweis einer Thrombophilie	218
17.3	Die Antikoagulation mit Heparin und deren Überwachung	219
17.3.1	Prinzip der Heparin-Behandlung	219
17.3.2	Die wichtigsten Tests für die Überwachung einer Heparinbehandlung	220
17.3.2.1	Heparin-Titration mit verschiedenen Thrombin-Konzentrationen (Thrombinzeiten I-III)	220
17.3.2.2	Heparinbestimmung mittels aktivierter partieller Thromboplastinzeit	221
17.3.2.3	Heparinbestimmung unter Verwendung von chromogenen Substraten	222
17.3.2.4	Neutralisation von Heparin	222
17.4	Die orale Antikoagulation mit Vitamin K-Antagonisten	223
17.4.1	Zur Wirkung von Vitamin K	223
17.4.2	Grundlagen der oralen Antikoagulation mit Vitamin K-Hemmern	224
17.4.3	Standardisierung der Labormethoden für die Überwachung der oralen Antikoagulation: die «International Normalized Ratio»	224
18.	Fibrinolyse und Thrombolyse (E. A. B.)	226
18.1	Vorbemerkungen	226
18.2	Aktivierung des fibrinolytischen Systems im Organismus	226
18.2.1	Tests für die Beurteilung des fibrinolytischen Systems	227
18.2.2	Suchtest für die qualitative Beurteilung einer Fibrinolyse-Aktivierung: Euglobulin-Lysezeit	227
18.2.3	Bestimmung der Fibrin-Fibrinogen-Spaltprodukte	227
18.3	Thrombolyse-Therapie	228
18.3.1	Labortests zur Überwachung einer Thrombolyse-Therapie	228
19.	Anhang: Qualitätskontrolle; Schutz des Laborpersonals;	
	Referenzwerte; Glossar (U. B.)	229
19.1	Fehler bei hämatologischen Untersuchungen und ihre Vermeidung.	
	Qualitätskontrolle	229
19.1.1	Allgemeines über Fehlermöglichkeiten	229
19.1.1.1	Vermeidbare Fehler	229
19.1.1.2	Unvermeidbare oder inhärente Fehler	230
19.1.1.3	Vermeintliche Fehler	231
19.1.2	Qualitätskontrolle der hämatologischen Untersuchungen	231
19.1.2.1	Zur internen Qualitätskontrolle	232
19.1.2.2	Empfehlungen für die Durchführung der Qualitätskontrollen	233

19.2	Schutz des Laborpersonals	236
19.2.1	Allgemeine Maßnahmen	236
19.2.2	Verhalten bei erhöhtem Infektionsrisiko	237
19.2.3	Immunprophylaxe der Virushepatitis	238
19.2.3.1	Aktive Impfung gegen Hepatitis B	238
19.2.3.2	Maßnahmen bei vermuteter Kontamination mit potentiell infektiösem Material	238
19.3	Normwerte oder Referenzbereiche	239
19.3.1	Allgemeines	239
19.3.2	Tabellen	240
19.4	Glossar der Fachausdrücke	244
Sachwortregister		252