



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Berufe im Gesundheitswesen

Medizinisches Labor

8. überarbeitete Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 66612

Autoren:

Edeltraud Wolf

Nürtingen

Barbara Jost

Breitenbach/Schweiz

1. bis 6. Auflage unter Mitarbeit von Susanne Lauffer-Dietborn, Reutlingen

Lektorat und Teamleitung:

Edeltraud Wolf

Verlagslektorat:

Dr. Astrid Grote-Wolff, Anja Tüngler

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel

Ostfildern

8. Auflage 2017, korrigierter Nachdruck 2019

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert.

ISBN 978-3-8085-6668-8

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2017 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Umschlag: tiff.any GmbH, 10999 Berlin

Umschlagfoto: Edeltraud Wolf, Nürtingen

Layout: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Druck: aprinta Druck GmbH, 86650, Semding

Vorwort

Ursprünglich für die Ausbildung der Arzthelferinnen konzipiert, wird das Buch „**Medizinisches Labor**“ in der Ausbildung zur **Medizinischen Fachangestellten** genauso erfolgreich eingesetzt wie in **Berufsfachschulen** und **Berufskollegs Gesundheit** sowie in der Grundstufe zur Ausbildung zu **Medizinisch-technischen Assistentinnen und Assistenten**. Auch Wiedereinsteigerinnen in den Beruf der Medizinischen Fachangestellten in Deutschland und in den Beruf der Medizinischen Praxisassistentin in der Schweiz profitieren von dem übersichtlichen, anschaulichen und handlungsorientierten Aufbau des Buches.

Auf Empfehlung zahlreicher Lehrer und berufserfahrener Medizinischer Fachangestellter wurde die bewährte **Struktur des Buches** auch nach der Einführung der Lernfelder in der Ausbildung zur Medizinischen Fachangestellten beibehalten. Weil jedes Kapitel eine in sich abgeschlossene Lerneinheit darstellt, können die Kapitel in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden. Aufgrund dieser Besonderheit kann das Buch auch bei unterschiedlicher Zuordnung der Laboruntersuchungen zu den Themen der Behandlungsassistenz den Unterricht begleitend eingesetzt werden. Die Liste „Lernfelder und Laboruntersuchungen“ auf S. 283 stellt eine Anregung für die Struktur des Laborkundeunterrichts im Rahmen der Lernfelder dar.

- Das erste Kapitel des Buches umfasst die **Grundlagen zur Chemie, Physik und Physiologie**, auf denen die im Buch vermittelten labormedizinischen Fachkenntnisse basieren.
- An die Darstellung der räumlichen und gerätetechnischen **Ausstattung eines medizinischen Labors** schließen sich die für die fachgerechte Laborarbeit unumgänglichen Verhaltensanforderungen und Vorschriften bezüglich **Hygiene, Desinfektion und Sterilisation** an.
- Der Weg von der **Probengewinnung** bis zum Erhalt eines Laborbefundes wird unter Berücksichtigung der Vorgaben der „**Richtlinie zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen**“ der Bundesärztekammer einschließlich der im Juli 2013 in Kraft getretenen **Richtlinie zur Umsetzung der Qualitätssicherung bei qualitativen Untersuchungen** ausführlich erläutert. Dabei kommt dem prä-analytischen Bereich des diagnostischen Prozesses eine besondere Bedeutung zu.
- In übersichtlicher Form folgen die im Labor der Arztpraxis im Rahmen der patientennahen Sofortdiagnostik durchgeführten **Harn- und Blutuntersuchungen** sowie **immunologischen Schnelltests**. Dabei wird exemplarisch jedem Untersuchungstyp ein Informationstext zur klinischen Bedeutung des Laborwerts vorangestellt. Es folgen die aktuellen Referenzwerte und möglichen Abweichungen im Krankheitsfall. Eine reich bebilderte Anleitung zur Durchführung des Tests ermöglicht das Verstehen und praktische Nachvollziehen jedes einzelnen Arbeitsschrittes. Eine tabellarische Auflistung der Fehlermöglichkeiten hilft bei der Bewertung des erzielten Untersuchungsergebnisses. Bei den nachfolgenden Laborwerten, die demselben Untersuchungstyp zuzuordnen sind, wird nur noch auf ihre klinische Bedeutung sowie auf eventuelle Abweichungen von der Durchführung der Untersuchung eingegangen.
- Jedes Kapitel wird durch **praxisrelevante Fragen** und **handlungsorientierte Aufgaben**, die direkt im Buch bearbeitet werden können, abgeschlossen.
- Im Kapitel „**Fit für die Prüfung**“ regen tabellarische Darstellungen ausgewählter Laboruntersuchungen dazu an, mit weiteren Untersuchungen nach demselben Schema zu verfahren.
- An die Liste „Lernfelder und Laboruntersuchungen“ schließen sich eine **Auflistung der Referenzwerte, Umrechnungstabellen für Maßeinheiten, Fachbegriffe** und ihre Erklärungen sowie ein ausführliches **Sachwortverzeichnis** an, das ein schnelles Nachschlagen der im Buch dargestellten labormedizinischen Fachkenntnisse ermöglicht.

In der vorliegenden **8. Auflage** (kleine Überarbeitung) ist berücksichtigt, dass die Arbeit im medizinischen Labor einem immer schneller voranschreitenden Wandel unterliegt. In allen Kapiteln des Buches wurden die aktuellen Vorschriften berücksichtigt. Unseren Lesern danken wir für wertvolle Anregungen, die auch in diese 8. Auflage eingeflossen sind. Im Nachdruck 2019 wurden nur auf S. 269 – 271 nötige Aktualisierungen vorgenommen.

Auch weiterhin wünschen wir viel Freude und Erfolg bei der Bearbeitung und Vertiefung der für die erfolgreiche Arbeit im Medizinischen Labor erforderlichen Fachkenntnisse. Weitere Hinweise und Ergänzungen, die zur Weiterentwicklung des Buches beitragen, nehmen wir gerne unter der Verlagsadresse oder per E-Mail (lektorat@europa-lehrmittel.de) entgegen.

Frühjahr 2017


Autorinnen und Verlag

Die Verwendung nur eines grammatischen Geschlechtes bei Berufs- und Gruppenbezeichnungen wurde im Hinblick auf den Lesefluss gewählt. Sie stellt keine Meinungsäußerung zur Geschlechterrolle dar.

Inhaltsverzeichnis

1	Chemisch-physikalische und physiologische Grundlagen. . . .	7		
1.1	Bau der Stoffe.	7	2.3.6	Zählkammern 49
1.1.1	Atom, Atombau	7	2.3.7	Weitere Laborgeräte. 50
1.1.2	Molekül, Molmasse, Ion, Isotop	8	2.4	Fragen und Aufgaben: Alles klar? 51
1.1.3	Elemente, Periodensystem der Elemente	10	3	Verhaltensanforderungen bei der Laborarbeit 57
1.1.4	Reinstoffe, Stoffgemische	12	3.1	Sicherheit am Arbeitsplatz. 57
1.2	Physikalische Trennverfahren	14	3.2	Hygienevorschriften. 59
1.2.1	Sedimentation	14	3.3	Desinfektion 61
1.2.2	Zentrifugation.	15	3.3.1	Hautdesinfektion. 61
1.2.3	Filtration	15	3.3.2	Hygienische Händedesinfektion 61
1.2.4	Weitere Trennungsarten	15	3.3.3	Reinigung und Desinfektion von Laborgeräten. 62
1.3	Lösungen.	16	3.3.4	Flächendesinfektion 64
1.3.1	Arten von Lösungen.	16	3.3.5	Hygieneplan 65
1.3.2	Konzentrationsangaben von Lösungen.	17	3.4	Sterilisation. 66
1.4	Diffusion und Osmose	18	3.4.1	Sterilisationsverfahren. 66
1.5	Säuren, Basen und Salze.	20	3.4.2	Qualitätssicherung bei der Aufbereitung von Medizinprodukten . . 67
1.6	pH-Wert	22	3.5	Entsorgung von Materialien 70
1.7	Indikatoren	23	3.6	Gefährdungen im Labor. 71
1.8	Enzyme	23	3.6.1	Kennzeichnung von Gefahrstoffen 71
1.9	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	25	3.6.2	Maßnahmen bei Laborunfällen. 72
2	Der medizinisch-technische Arbeitsraum Labor 31		3.7	Fragen und Aufgaben: Alles klar? 74
2.1	Räumliche Voraussetzungen und Ausstattung.	31	4	Von der Probennahme zum Laborbefund 81
2.2	Technische Laborgeräte.	33	4.1	Verschiedene Arten von Laboruntersuchungen oder Laborbestimmungen 81
2.2.1	Zentrifuge	33	4.1.1	Qualitative Bestimmungen 81
2.2.2	Mikroskop	34	4.1.2	Semiquantitative Bestimmungen 81
2.2.3	Fotometer	37	4.1.3	Quantitative Bestimmungen 81
2.2.4	Ionenaustauscher.	40	4.2	Diagnostischer Prozess 82
2.2.5	Wasserstrahlpumpe	40	4.2.1	Fallbeispiel 82
2.3	Sonstige Laborhilfsmittel.	41	4.2.2	Qualitätssicherung – Ziel und rechtliche Grundlagen. 83
2.3.1	Glasgeräte.	41	4.3	Präanalytik. 85
2.3.2	Pipetten	43	4.3.1	Vorbereitung des Patienten 85
2.3.3	Pipettierhilfen	44	4.3.2	Verschiedene Probenmaterialien 85
2.3.4	Kolbenhubpipetten und Dosierhilfen . .	46		
2.3.5	Artikel aus Kunststoff und Einmalartikel.	48		

4.3.3	Wahl des richtigen Probenmaterials. . .	88	6	Hämatologische Untersuchungen	164
4.3.4	Probengefäße und Zusätze	89	6.1	Hämatokritwert (Hk oder Hkt)	165
4.3.5	Gewinnung des Probenmaterials	90	6.1.1	Hämatokritwertbestimmung mit externem Auswertegerät	165
4.3.6	Lagerung und Konservierung von Probenmaterial	100	6.1.2	Hämatokritwertbestimmung mit der Mikrozentrifuge	167
4.3.7	Transport und Versand von Probenmaterial	102	6.2	Hämoglobinbestimmung.	168
4.3.8	Probenverteilung und Vorbereitung für die Analyse	103	6.3	Fotometrische Erythrozytenbestimmung	171
4.4	Analytik	104	6.4	Zellzählungen	173
4.4.1	Einteilung der Laboruntersuchungen.	104	6.4.1	Leukozytenzählung.	179
4.4.2	Referenzbereiche und SI-Einheiten.	104	6.4.2	Thrombozytenzählung	182
4.4.3	Qualitätssicherung der Analytik	105	6.4.3	Erythrozytenzählung	184
4.4.4	Störfaktoren, Einflussgrößen und allgemeine Fehlerquellen	114	6.5	Automatische Zellzahlbestimmung	187
4.5	Postanalytik.	115	6.6	Berechnung der Erythrozytenmerkmale bzw. -indizes	188
4.5.1	Laborspezifische Beurteilung der Analysenergebnisse	115	6.6.1	MCH.	188
4.5.2	Übermittlung der Ergebnisse	115	6.6.2	MCV	189
4.5.3	Medizinische Beurteilung der Laborbefunde	115	6.6.3	MCHC.	189
4.5.4	Qualitätssicherung von qualitativen Laboruntersuchungen	116	6.7	Differenzialblutbild	191
4.6	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	118	6.7.1	Anfertigung von Blutausstrichen	191
5	Harnuntersuchungen.	128	6.7.2	Färbung von Blutausstrichen	194
5.1	Allgemeine Beurteilung des Harns	128	6.7.3	Mikroskopische Auswertung des Blutausstriches	197
5.1.1	Harnmenge	128	6.8	Retikulozytenzählung	207
5.1.2	Harnfarbe und -durchsichtigkeit	129	6.9	QBC AUTOREAD Plus	207
5.1.3	Harngeruch	130	6.10	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	212
5.2	Chemische Harnuntersuchungen	130	7	Weitere Untersuchungen.	227
5.2.1	Mehrfachteststreifenuntersuchungen	131	7.1	Klinisch-chemische Bestimmungen	227
5.2.2	Albumin/Kreatinin	138	7.1.1	Klinische Bedeutung einiger Parameter	228
5.3	Mikroskopische Untersuchung des Harns	140	7.1.2	Oraler Glukosetoleranztest	234
5.3.1	Herstellung und mikroskopische Beurteilung des Sediments	140	7.1.3	Trockenchemische Bestimmungen allgemein.	236
5.3.2	Sedimentbestandteile	142	7.1.4	Trockenchemische Bestimmung der Glukose.	237
5.3.3	Mikroskopische Untersuchung des Harns mit Zählkammermethoden.	148	7.1.5	Glukosebestimmung an Kleingeräten	240
5.4	Bakteriologische Untersuchung des Harns	151	7.1.6	HbA1c	242
5.4.1	Keimzahlbestimmung	151	7.2	Immunologische Schnelltests	243
5.4.2	Hemmstofftest	154	7.2.1	Test auf Mikroalbuminurie.	245
5.4.3	Resistenzbestimmung	155	7.2.2	Streptokokken-A-Test	247
5.5	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	156	7.2.3	Chlamydien Test	249
			7.2.4	M2-PK + Hb Stuhltest	249

7.2.5	Schwangerschaftstest	253
7.2.6	Troponin Test	254
7.2.7	D-Dimer Test	255
7.2.8	CRP Test semiquantitativ	255
7.2.9	CRP-Latex-Test	256
7.2.10	RF-Latex-Test	258
7.2.11	ASO-Latex-Test	258
7.3	Sonstige Untersuchungen	259
7.3.1	CRP Test quantitativ	259
7.3.2	Blutkörperchensenkungs- geschwindigkeit	261
7.3.3	Gerinnungsuntersuchungen	264
7.3.4	Laboruntersuchungen in der Präventionsmedizin	269
7.4	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	272
7.5	Gesetzliche Grundlagen Schweiz – Infor- mationen und Links 	281
7.5.1	Arbeitssicherheit	281
7.5.2	Abfallentsorgung	282
7.5.3	Qualitätssicherung	282

8 Fit für die Prüfung 283

8.1	Lernfelder und Laboruntersuchungen	283
8.2	Ein Fall aus der Praxis	284
8.3	Laboruntersuchungen auf einen Blick	286
8.4	Referenzbereiche	291
8.4.1	Referenzbereiche für Blutbestandteile	291
8.4.2	Referenzbereiche für Harn	292
8.5	Berechnungen	292
8.6	Ausschnitt aus der Richtlinie der Bundesärztekammer	295
8.7	Fachbegriffe	296

Anhang 301

Bildquellen- und Firmenverzeichnis 303

Sachwortverzeichnis 305

4.5.4 Qualitätssicherung von qualitativen Laboruntersuchungen

In der Richtlinie der Bundesärztekammer wird zwischen **quantitativen** und **qualitativen Merkmalen von Untersuchungen** unterschieden. Seit dem 01.07.2013 ist gemäß Teil B 2 auch bei qualitativen Laboruntersuchungen die Qualitätssicherung vorgeschrieben.

Eine Untersuchung weist laut Richtlinie **qualitative Merkmale** auf, wenn ihr Ergebnis im Befund oder Bericht folgendermaßen angegeben wird:

1. als positiv oder negativ
2. als Kreuze (+ / ++ / +++)
3. als Bereich (z. B. ca. 10 – 25 Leuko/ μ L)
4. als ungefähre Angabe, wie „ca. 30 mg/dL“

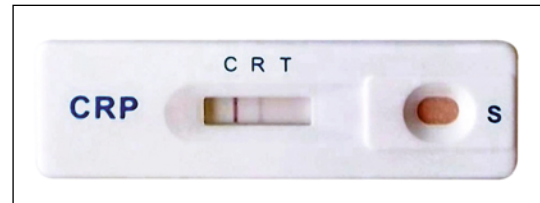


Abb. 1: Kontrolllinie als Verfahrenskontrolle

Darunter fallen nach dieser Definition die in diesem Buch behandelten Teststreifenuntersuchungen im Harn (s. S. 130) und die verschiedenen Schnelltests (s. S. 243, ff.)

Im allgemeinen Laborsprachgebrauch werden auch noch **semiquantitative** Untersuchungsergebnisse angegeben (s. S. 81). Darunter fallen die Beispiele 2, d. h. Kreuze, sofern sie Mengenbereichen zugeordnet sind (2+ entspricht ca. 75 Leuko/ μ L im Harn bei der Teststreifenuntersuchung) sowie die Beispiele 3 und 4.

Interne Qualitätssicherung

Auf welche Art und wie häufig die interne Qualitätssicherung durchgeführt werden muss, ist der Richtlinie der Bundesärztekammer, Tabelle B2-1, zu entnehmen. Bei nicht gelisteten Tests gelten die Vorgaben der Test-Hersteller.

Bei immunologischen Schnelltests reicht z. B. eine Kontrolllinie als integrierte **Verfahrenskontrolle** aus. Sie zeigt an, dass der Test richtig abgelaufen ist und dem erhaltenen Ergebnis der Patientenprobe vertraut werden kann (s. Abb. 1).

Bei einigen Untersuchungen enthält die Testpackung neben den für den Test erforderlichen Reagenzien ① zusätzlich **Positiv ②- und Negativ-Kontrollen ③** (s. Abb. 2).



Abb. 2: Positiv- und Negativ-Kontrolle

Sie sollten mindestens **einmal pro Testpackung** durchgeführt werden. Erbringen sie nicht die erwarteten Ergebnisse, dürfen keine Patientenproben untersucht und die Ursache muss abgeklärt werden.

Mehrfachteststreifenuntersuchungen, immunologische Tests auf Mikroalbuminurie und das Harnsediment werden mit **Kontrollurinen** überprüft (s. Abb. 3).

Die **Häufigkeit** der Durchführung soll laut Richtlinie „ausreichend und regelmäßig entsprechend der medizinischen Notwendigkeit und der Untersuchungsfrequenz von Patientenproben...“ erfolgen, mindestens jedoch beim Anbruch einer neuen Teststreifendose.

Externe Qualitätssicherung

Von den erwähnten Untersuchungen besteht eine Ringversuchspflicht für das **Harnsediment einmal pro Kalenderjahr**.



Abb. 3: Kontrollurine

Arbeitsanleitung für die Hämoglobinbestimmung

Benötigte Materialien (s. Abb. 1)

Probenmaterial Kapillar- oder EDTA-Blut (ohne Abb.)

- ① Fotometer
- ② Küvetten mit Reagenz
- ③ 10 µL-Einmalkapillaren
- ④ Mikropipettierhelfer
- ⑤ Blutentnahmeutensilien

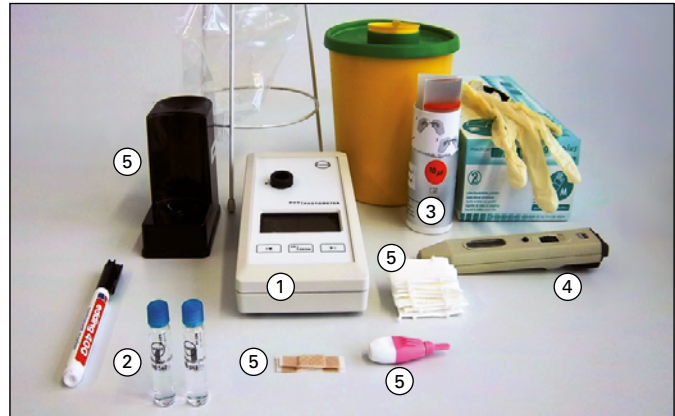


Abb. 1: Benötigte Materialien

Durchführung

- ☐ Küvette oberhalb des Lichtwegs mit Patientennamen beschriften (s. Abb. 2).
- ☐ Deckel der Küvette öffnen.
- ☐ Kapillarblut gewinnen oder EDTA-Blut sorgfältig mischen.
- ☐ 10 µL Blut **luftblasenfrei** in eine Einmalkapillare genau bis zur Markierung aufziehen (s. Abb. 3).
- ☐ Außen anhaftende Blutreste von der Einmalkapillare mit einem Tupfer entfernen, ohne Blut aus der Kapillare zu ziehen (s. Abb. 4).
- ☐ Blut durch mehrmaliges Aufziehen und Ausblasen in die Küvette hineinspülen (s. Abb. 5). Pipettierhelfer verwenden!
- ☐ Deckel auf die Küvette schrauben und Küvetteninhalt mischen. Reaktionszeit: ca. 30 Sekunden.
- ☐ Fotometer einschalten. Test „HB-SLS“ wählen (s. Abb. 6).
- ☐ Nach Aufforderung „Leerwert einsetzen“ Küvette ohne Probenmaterial zur Nullpunkteinstellung in das Fotometer stellen.
- ☐ Nach dem Signalton Küvette herausnehmen.
- ☐ Küvette mit Analysenmaterial in das Fotometer stellen (s. Abb. 7).
- ☐ Hämoglobinkonzentration in g/dL ablesen (s. Abb. 8).



Abb. 2: Küvette beschriften

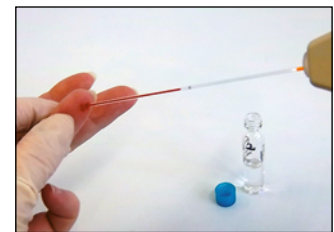


Abb. 3: Blut aufziehen

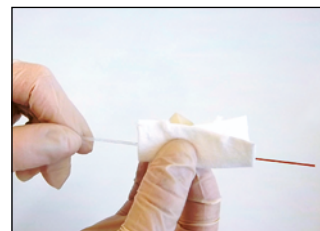


Abb. 4: Kapillare außen abwischen



Abb. 5: Blut in Küvette hineinspülen



Abb. 6: Test auswählen



Abb. 7: Küvette hineinstellen

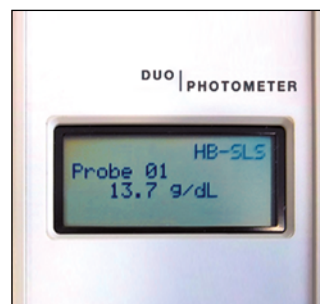


Abb. 8: Hämoglobinwert ablesen



Abb. 9: Hämoglobinkontrolllösung

Qualitätssicherung

- ☐ Zur internen Qualitätssicherung eine weitere Hämoglobinbestimmung mit Hämoglobinkontrolllösung (s. Abb. 9) durchführen.
- ☐ Der Kontrollprobeneinzelwert darf maximal um 4 % vom Zielwert abweichen.

Durchführung

- ☐ Einen kleinen Blutstropfen ca. 1 cm vom rechten Rand der Schmalseite des Objektträgers auf den Objektträger auftragen (s. Abb. 1).
- ☐ Objektträger an der anderen Seite festhalten und das geschliffene Deckglas oder Ausstrichglas an den Blutstropfen heranführen (s. Abb. 2), so dass er sich gleichmäßig an der Deckglaskante ausbreitet (s. Abb. 3).
- ☐ Blut zügig und gleichmäßig, anfangs im Winkel von ca. 45°, gegen Ende in einem flacheren Winkel, in Längsrichtung des Objektträgers ausstreichen (s. Abb. 4).
- ☐ Blutausstrich kurz trocknen lassen.
- ☐ Blutausstrich im dickeren Teil des Blutes oder auf dem Mattrand des Objektträgers mit einem Bleistift mit dem Datum und dem Namen des Patienten beschriften oder einen Barcodeaufkleber zur eindeutigen Identifizierung anbringen (s. Abb. 5).
- ☐ Zweiten und weitere Blutausstriche in gleicher Weise anfertigen.
- ☐ Blutausstriche vor der anschließenden Färbung noch 15 bis 30 Minuten lufttrocknen lassen, sonst nehmen die Zellbestandteile die Farbe ungleichmäßig an.

Anfertigung mit Einmalartikeln

Um den Kontakt mit dem Blut zu vermeiden, können Blutausstriche auch mit dem Spezialvorsatz „Haemo-Diff“ angefertigt werden, denn dieser wird direkt auf die ungeöffneten EDTA-Röhrchen aufgesteckt.

Benötigte Materialien (s. Abb. 6)

- ① EDTA-Blut
- ② Objektträger
- ③ Spezialvorsatz für EDTA-Röhrchen
- ④ Bleistift

Durchführung

- ☐ EDTA-Blut sorgfältig mischen.
- ☐ Membranverschluss des EDTA-Röhrchens mit dem Haemo-Diff-Spezialvorsatz durchstoßen (s. Abb. 7).
- ☐ Schräg gehaltenes EDTA-Röhrchen auf den Objektträger aufsetzen, so dass ein Blutstropfen austritt (s. Abb. 8).
- ☐ Vorsatzkante an den Blutstropfen heranführen, damit sich das Blut entlang der Kante ausbreiten kann (s. Abb. 9).
- ☐ In der gleichen Technik wie mit geschliffenen Deckgläsern ausstreichen (s. Abb. 10), trocknen lassen und beschriften.

Hinweis

- Ausstriche unbedingt mit Bleistift beschriften, da fetthaltige Stifte (Kugelschreiber) bei der anschließenden Färbung herausgewaschen werden und dann keine Identifikation der Ausstriche mehr möglich ist!
- Ungefärbte Blutausstriche können durch 10-minütige Fixierung in Methanol bis zu einem Jahr haltbar gemacht werden.

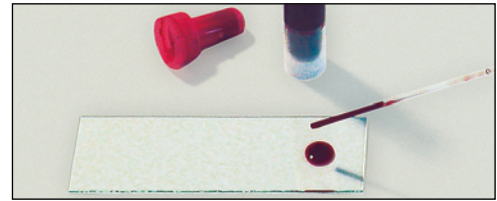


Abb. 1: Blut auftragen

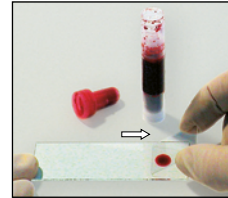


Abb. 2: Deckglas heranführen

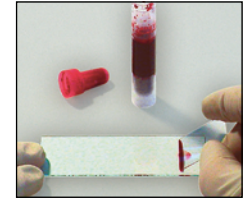


Abb. 3: Blut breitet sich aus

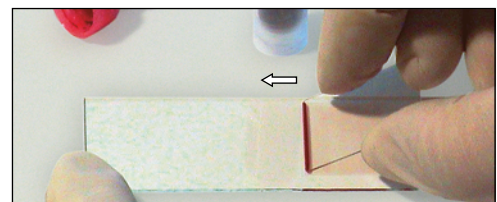


Abb. 4: Blut ausstreichen

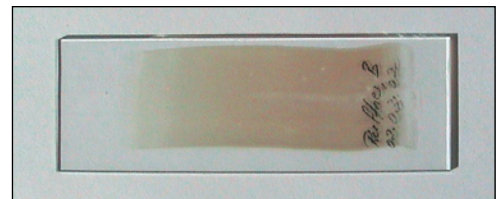


Abb. 5: Eindeutige Identifizierung



Abb. 6: Benötigte Materialien



Abb. 7: Vorsatz aufsetzen

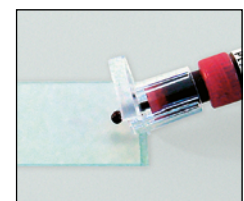


Abb. 8: Blut auftragen

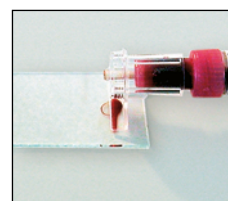


Abb. 9: Blut ausbreiten lassen

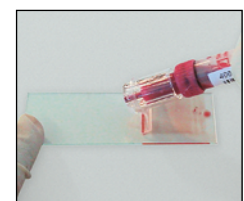


Abb. 10: Blut ausstreichen

So sollte ein richtig angefertigter Blutausstrich aussehen:

- dünn und gleichmäßig und in einer „Fahne“ oder „Bürste“ auslaufend,
- ca. zu $\frac{2}{3}$ des Objektträgers mit Blut bedeckt, damit eine ausreichend große Fläche zur Differenzierung zur Verfügung steht,
- randfrei, um die ganze Breite des Blutausstriches durchmustern zu können,
- mit Bleistift beschriftet oder sonst eindeutig identifizierbar (s. Abb. 1).

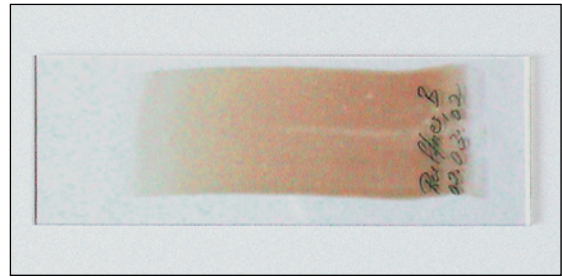


Abb. 1: Richtig angefertigter Blutausstrich

Fehlermöglichkeiten bei der Blutausstrichanfertigung



Ergebnis → Auswirkung	Ursache	Aussehen des Blutausstriches
Zu kurzer, normal dicker Blutausstrich → Fläche zur Differenzierung zu klein	Blutmenge zu gering und Ausstrichwinkel korrekt	
Zu dünner, normal langer Blutausstrich → mikroskopische Differenzierung erschwert	Blutmenge zu gering und Ausstrichwinkel zu klein	
Zu dicker, normal langer Blutausstrich, dadurch übereinanderliegende Zellen (Geldrollenbildung bei den Erythrozyten) oder zu langsames Trocknen (Bildung von Stechapfelerythrozyten) → Erythrozytenbeurteilung unmöglich Leukozytendifferenzierung erschwert	Blutmenge und Ausstrichwinkel zu groß	
Stufenbildung → mikroskopische Differenzierung erschwert	Absetzen beim Ausstreichen	
Löcher im Blutausstrich → mikroskopische Differenzierung erschwert bis unmöglich	Objektträger nicht fettfrei	
Keine Ausstrichfahne → mikroskopische Differenzierung erschwert	Schwierigkeiten bei der Ausstreichtechnik	
Blutausstrich unbeschriftet → Zuordnung zu einem Patienten nicht möglich	Beschriftung vergessen oder nicht mit Bleistift vorgenommen	

7.1.5 Glukosebestimmung an Kleingeräten

Die Höhe des Blutzuckerwertes hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab. Sie werden beim gesunden Menschen durch die normalen Stoffwechselvorgänge im Gleichgewicht gehalten. Bei einer Störung dieses Gleichgewichtes kommt es zur Blutzuckerkrankheit (Diabetes mellitus). Diabetiker müssen lernen, welche Auswirkungen Faktoren wie Stress, Bewegung, fiebrige Erkrankungen aber auch ihre Diät oder die Insulinzufuhr auf ihren Blutzuckerspiegel haben, um eine optimale Einstellung ihres Blutzuckers zu gewährleisten. Sie sollten weder in eine Hypoglykämie, mit gefährlich niedrigem Blutzuckerwert, noch in eine Hyperglykämie, mit sehr hohem Blutzuckerwert und der Gefahr des Komas, geraten. Deshalb führen viele Diabetiker zur Selbstkontrolle die Glukosebestimmung an Kleingeräten durch.

Diese Geräte funktionieren entweder nach dem **reflexionsfotometrischen** oder nach einem **elektrochemischen Prinzip**. Sie sind meistens auf die Verwendung von Kapillarblut eingestellt und das Probenmaterial muss nicht pipettiert werden. Bei den neueren Geräten entfällt bei Anbruch einer neuen Teststreifenpackung die Codierung des Geräts mit einem Code-Chip.

Ein weiterer Vorteil für die Patienten sind die minimalen Blutmengen, die pro Test benötigt werden. Diabetiker müssen bei der Selbstkontrolle die Einstichstelle am Finger nicht desinfizieren, sondern sollen vor der Messung die Hände gründlich waschen und abtrocknen. Der Blutzucker wird dann aus dem ersten Blutstropfen bestimmt, der nach dem Einstich mit der Stechhilfe aus der Fingerbeere austritt.

Für die **Blutzuckerbestimmung in der Praxis** gelten hinsichtlich der Desinfektion andere Regeln. Der **Hygieneplan** schreibt vor, dass die Haut eines Patienten, bevor sie verletzt wird, **desinfiziert** werden muss. Um die Analytik des Tests durch die Verwendung von Desinfektionsmittel nicht zu stören, müssen bei dieser Vorgehensweise zusätzlich die ersten austretenden Blutstropfen abgewischt werden. Erst dann darf die Blutzuckerbestimmung durchgeführt werden.

Referenzbereiche und Abweichungen vom Referenzbereich s. S. 234

Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die **Bestimmung der Blutzuckerkonzentration in der Praxis** am Contour® Blutzuckergerät.

Arbeitsanleitung für die Glukosebestimmung an einem Kleingerät

Benötigte Materialien (s. Abb. 1)

- ① Blutzuckermessgerät
- ② Teststreifen
- ③ Blutentnahmeutensilien

Durchführung

- ☐ Fingerbeere des Patienten desinfizieren.
- ☐ Desinfektionsmittel die vorgeschriebene Zeit einwirken lassen.
- ☐ Teststreifen aus der Teststreifendose nehmen und diese sofort wieder verschließen.
- ☐ Teststreifen in das Gerät schieben (s. Abb. 2). Das Gerät schaltet sich automatisch ein und führt die zur **internen Qualitätssicherung** vorgeschriebene **Gerätekontrolle** durch.
- ☐ Sobald die Aufforderung zum Blutauftrag erfolgt (s. Abb. 3), seitlich in die Fingerbeere des Patienten stechen.
- ☐ Erste austretende Blutstropfen abwischen.



Abb. 1: Benötigte Materialien



Abb. 2: Teststreifen einschieben

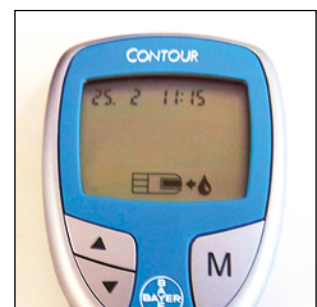


Abb. 3: Aufforderung zum Blutauftrag

- ☐ Nächsten Tropfen vom Teststreifen aufsaugen lassen (s. Abb. 1).
- ☐ Angezeigten Blutzuckerwert ablesen (s. Abb. 2).

Qualitätssicherung

Zur **Richtigkeitskontrolle** muss nach der Ausnahmeregelung für die patientennahe Sofortdiagnostik **einmal pro Woche** in der Blutzuckerbestimmungen bei Patienten durchgeführt werden, die Blutzuckerkonzentration von Kontrolllösungen (s. Abb. 3) abwechselnd im **normalen** und **abnormalen** Bereich bestimmt und dokumentiert werden.

Abbildung 4 zeigt die Zielwerte, die auf der Teststreifendose und der Verpackung angegeben sind. Die Abweichung vom Zielwert darf nicht mehr als 11 % betragen.

Durchführung der Richtigkeitskontrolle

- Teststreifen in das Gerät schieben und abwarten bis das Gerät die Gerätekontrolle durchgeführt hat.
- Einen Tropfen Kontrolllösung auf eine wasserabweisende Fläche, z. B. einen Streifen Parafilm, auftragen (s. Abb. 5).
- Nach Aufforderung zum Auftragen des Probenmaterials den Teststreifen an den Kontrolllösungstropfen heranführen und den Tropfen aufsaugen lassen.
- Den angezeigten Wert mit dem Zielwert auf der Packung vergleichen und dokumentieren.



Abb. 1: Blut aufsaugen lassen



Abb. 2: Blutzuckerwert ablesen



Abb. 3: Kontrolllösungen



Abb. 4: Zielwerte

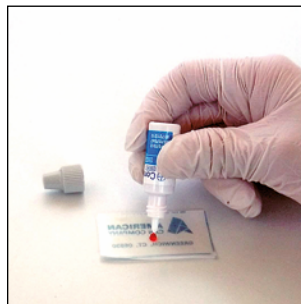


Abb. 5: Kontrolllösung



Abb. 6: Kontrolllösung aufsaugen



Werden in einer Praxis mehrere Blutzuckerkleingeräte verwendet, muss für jedes Gerät ein separater Dokumentationsbogen geführt werden.

Zusätzlich sollte die **Richtigkeitskontrolle** mit den Kontrolllösungen in folgenden Fällen durchgeführt werden:

- vor der ersten Benutzung des Gerätes,
- beim Anbruch einer neuen Teststreifendose,
- wenn Handhabungsfehler (offen stehen gelassene Teststreifendose, versehentliches Fallenlassen des Gerätes) sich auf die Funktion des Gerätes ausgewirkt haben könnten,
- wenn die ermittelten Werte unplausibel erscheinen und nicht dem subjektiven Empfinden des Patienten entsprechen,
- zur Überprüfung, ob die Bestimmung korrekt durchgeführt wurde.

Hinweis

Ein Vergleich von Ergebnissen, die mit Kleingeräten ermittelt werden, mit Werten aus einem Labor ist nur möglich, wenn das gleiche Probenmaterial für beide Untersuchungen (Kapillarblut) verwendet wird und die Probengewinnung für beide Untersuchungen zum selben Zeitpunkt stattgefunden hat.



Fehlermöglichkeiten beim Kassettentest

Auswirkung	Ursache
Falsch negatives Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ HCG-Konzentration zu gering (kein Morgenurin) ➤ Test zu früh durchgeführt
Falsch positives Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Blasenmole (gutartiger Tumor des Chorionepithels, des fetalen Anteils der Plazenta, in der Frühschwangerschaft) ➤ Chorionepitheliom (bösartiger Tumor der Chorionzotten, die nach der Geburt in der Gebärmutter zurückgeblieben sind; kann sich aus einer Blasenmole entwickeln)
Uneindeutige Verfärbung der Linie im Auftragsfeld	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ablesezeit überschritten ➤ Starke Verfärbung des Harns
Keine Kontrolllinie sichtbar	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Verfallene Reagenzien ➤ Zu wenig Urin aufgetragen

7.2.6 Troponin Test

Troponine sind Eiweißkomplexe, die in der Skelett- und in der Herzmuskulatur vorkommen. Sie regulieren die Verschiebung von zwei Arten von Eiweißfäden, Aktin und Myosin, wenn sich diese zusammenziehen. Die Troponine bestehen aus drei Unterheiten, dem **Troponin T**, **Troponin C** und **Troponin I** (s. Abb. 1).

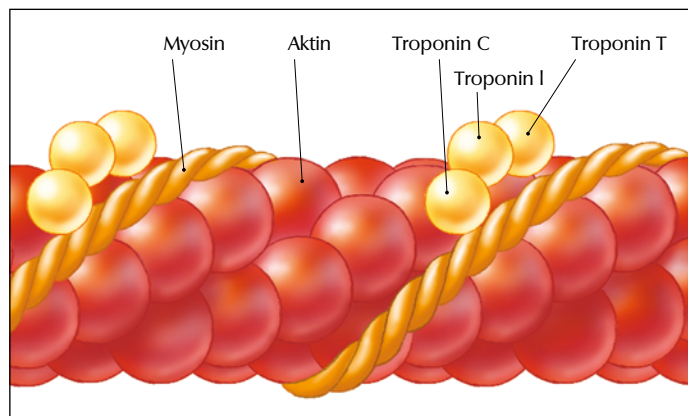


Abb. 1: Troponine

Von diagnostischer Bedeutung sind das kardiale Troponin T (abgekürzt: cTnT) und das kardiale Troponin I (cTnI). Sie werden infolge einer Schädigung der Herzmuskelzellen ca. vier bis sechs Stunden nach dem Auftreten der Symptome, z. B. Brustschmerz, freigesetzt und bleiben je nach dem Grad der Schädigung mehrere Tage erhöht.

Die Bestimmung dieser kardialen Troponine dient deshalb hauptsächlich zur Abklärung eines **akuten Herzinfarktes**.

Referenzbereich: < 0,1 ng/L (methodenabhängig). Bei den qualitativen Tests: **negativ**

Prinzip: Der Test basiert auf dem Testablauf 3, S. 244.

Probenmaterial: je nach Hersteller: Vollblut, als **Venenblut** gewonnen und mit Antikoagulanzen versetzt, **Kapillarblut**, dem evtl. eine Pufferlösung beigegeben werden muss, **Serum** oder **Plasma**.

Beurteilung:

- Ein **positives Ergebnis** deutet auf das Vorliegen eines akuten Herzinfarktes hin.
- Ein **negatives Ergebnis** zeigt an, dass die Troponinkonzentration unterhalb der Nachweisgrenze des Tests liegt. Bei weiterbestehenden Symptomen ist ein Herzinfarkt jedoch nicht auszuschließen. Der Test sollte nach einigen Stunden wiederholt werden.

7.2.7 D-Dimer Test

Im Körper herrscht normalerweise ein Gleichgewicht zwischen gerinnungsfördernden und gerinnungshemmenden Stoffen. Überwiegen gerinnungsfördernde Stoffe, werden die einzelnen Fibrinmoleküle zu langen **Fibrinfasern** vernetzt und bilden damit ein Gerinnsel innerhalb des Körpers. Dies führt zum Verschluss eines Blutgefäßes, zu einer Thrombose. Diesem Prozess wirkt der Körper entgegen, indem er mithilfe des Enzyms **Plasmin** die Fibrinfasern in kleine Teile aufspaltet. Zu diesen Spaltprodukten zählen die **D-Dimere** (s. Abb. 1).

D-Dimere kommen immer vor, wenn solch ein Auflösungsprozess im Gange ist. Er kann beispielsweise hervorgerufen werden durch eine **tiefe Venenthrombose**, eine **Lungenembolie** oder eine Bildung kleinster Gerinnsel in den kleinen Blutgefäßen, eine sogenannte **disseminierte intravasale Gerinnungsstörung (DIC)**. Doch auch bei bösartigen Tumoren, Leberkrankungen, in der Schwangerschaft oder kürzlich durchgeführten Operationen kann die D-Dimerkonzentration erhöht sein.

Referenzbereich: methodenabhängig. Bei qualitativen Tests: **negativ**

Prinzip: Der Test basiert auf dem Testablauf 3, S. 244.

Probenmaterial: Je nach Hersteller: Vollblut, als mit Antikoagulanzen versetztes **Venenblut**, **Kapillarblut**, dem evtl. eine Pufferlösung beigegeben werden muss, oder **Plasma**.

Beurteilung:

- Ein **positives Ergebnis** kann auf verschiedene Erkrankungen, siehe oben, hindeuten.
- Ein **negatives Ergebnis** schließt mit hoher Wahrscheinlichkeit eine tiefe Beinvenenthrombose, eine Lungenembolie oder eine disseminierte intravasale Gerinnungsstörung (DIC) aus.

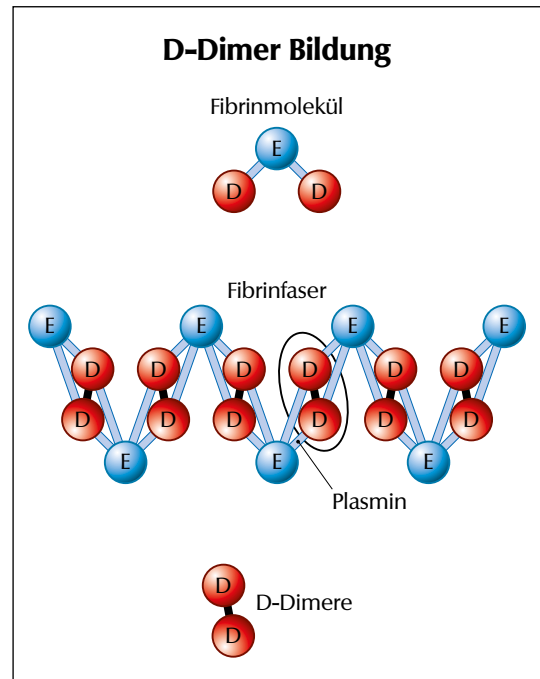


Abb. 1: D-Dimer Bildung



Abb. 2: Testmaterial für den D-Dimer Test

7.2.8 CRP Test semiquantitativ

Das CRP (**C**-reaktives **P**rotein) ist ein Eiweiß, das im Plasma von gesunden Menschen in sehr niedriger Konzentration vorkommt (< 6 mg/L). Es wird in der Leber als unspezifische Reaktion des Körpers auf eingedrungene Bakterien, aber auch auf Zellabbauprodukte und zu Grunde gegangenes Zellkernmaterial gebildet. Die CRP-Konzentration wird demzufolge bestimmt, um **akute Entzündungen** zu diagnostizieren und deren Verlauf zu beobachten aber auch um postoperative Komplikationen oder die Wirksamkeit einer Antibiotikatherapie zu überprüfen. Außerdem können anhand der Höhe der CRP-Konzentration **bakterielle** von **viralen Infektionen** unterschieden werden (s. S. 256).

Referenzbereich: < 6 mg/L. Bei qualitativen Tests: **negativ**

Prinzip: Der Test basiert auf dem Testablauf 3, S. 244.

Hinweis:

In Abbildung 3 handelt es sich um einen semiquantitativen Test bei dem das Probenmaterial in einer Pufferlösung ① vorverdünnt werden muss.

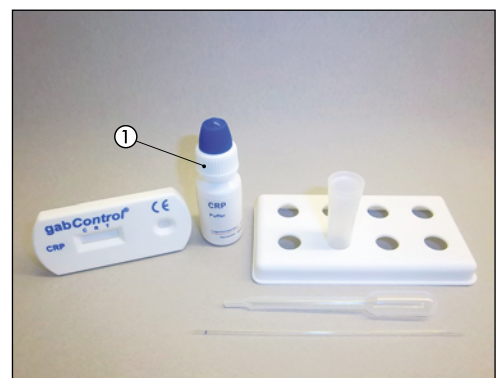


Abb. 3: Testmaterial für den semiquantitativen CRP Test

Probenmaterial: Je nach Hersteller: Vollblut, als **Venenblut** gewonnen und mit Antikoagulanzen versetzt, **Kapillarblut**, **hämolysefreies Serum** oder **Plasma**.

Beurteilung:

Ergebnis **negativ**: die CRP-Konzentration ist bei diesem Hersteller unter 10 mg/L (s. Abb. 1).

Für das **positive** Ergebnis sind drei Interpretationen möglich. Als Orientierung dient die **Referenzlinie** (R) die eine CRP-Konzentration von ca. 60 mg/L repräsentiert:

- Das Ergebnis liegt **zwischen 10 und 60 mg/L** und weist auf eine leichte Entzündung oder einen viralen Infekt hin (s. Abb. 2).
- Die CRP-Konzentration beträgt **ca. 60 mg/L**. Werte über 50 mg/L lassen auf eine schwere Entzündung schließen (s. Abb. 3).
- Die CRP-Konzentration ist **höher als 60 mg/L**. Werte über 100 mg/L sind u.a. bei schweren Erkrankungen, Sepsis und bakteriellen Hirnhautentzündungen zu finden (s. Abb. 4).

Fehlermöglichkeiten:

- Extrem hohe CRP-Werte (>100 mg/L) können zu einer schwächeren Entwicklung der T-Linie führen.
- Hoch konzentrierte rheumatische Faktoren können zu falsch erhöhten Ergebnissen führen.

Die bereits vorgestellten immunologischen Tests sind sehr kostenintensiv. Eine preiswertere Alternative immunologische Reaktionen sichtbar zu machen, ist es das Antigen oder den Antikörper an **Latexpartikel** zu binden. Als Probenmaterial wird jedoch Serum benötigt, wodurch eine Probenvorbereitung erforderlich wird, die eine Zentrifuge erfordert.

7.2.9 CRP-Latex-Test

Welche Bedeutung der Nachweis von CRP hat, wird auf Seite 255 erläutert.

Referenzbereich: negativ

Prinzip: Der Test basiert auf dem Testablauf 2, S. 243. Das CRP ist dabei das Antigen, der Antikörper ist an Latex gebunden.

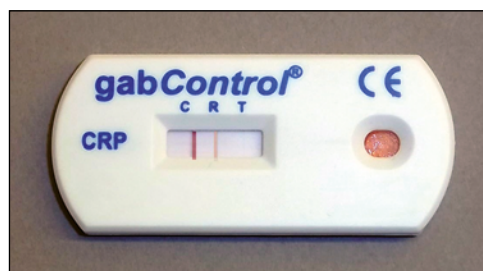


Abb. 1: Ergebnis negativ

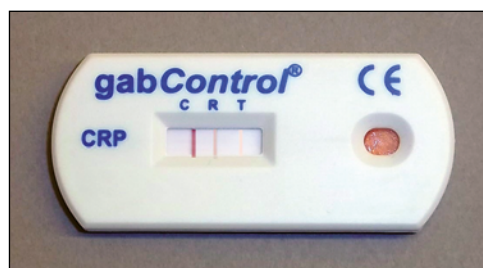


Abb. 2: Ergebnis zwischen 10 und 60 mg/L



Abb. 3: Ergebnis ca. 60 mg/L



Abb. 4: Ergebnis über 60 mg/L

Abweichung vom Referenzbereich	Vorkommen
Keine oder nur geringe Erhöhung	➤ Bei Virusinfektionen
Starke Erhöhung innerhalb weniger Stunden	➤ Bei bakteriellen Infekten ➤ Bei akut-entzündlichen Erkrankungen ➤ Bei bösartigen Erkrankungen

Fehlermöglichkeiten beim NycoCard-CRP-Test

Auswirkung	Ursache
Falsch positive Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Probenmaterialreste von der Außenseite der Einmalkapillare nicht entfernt ➤ Verstopfung der Membranporen durch ungenügende Hämolysen der Erythrozyten (Konjugat und Puffer fließen nur ungenügend durch Membran)
Falsch negative Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zu wenig Probenmaterial ➤ Verdünnte Probe nach Hämolysen der Erythrozyten länger als 15 Min. stehen lassen
Unplausibles Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Handhabungsfehler, z. B. Lesestift liegt nicht rundum auf Eichscheibe oder Testfeld an ➤ Reagenzien und Probenmaterial nicht auf Raumtemperatur gebracht ➤ Verfallene Reagenzien

7.3.2 Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

Die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit wird je nachdem, welche Buchstaben aus dem Begriff Verwendung finden, als **BSG** oder **BKS** abgekürzt.

In ungerinnbar gemachtem Blut sedimentieren die Blutkörperchen der Schwerkraft folgend nach unten. Die Geschwindigkeit der Sedimentation ist abhängig von der Zusammensetzung des Plasmas, speziell von der Konzentration der verschiedenen Plasmaeiproteine, sowie von der Anzahl, der Form und der Oberfläche der Erythrozyten. Bei entzündlichen Prozessen ist dieses Gleichgewicht gestört.

Die Bestimmung der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit dient deshalb zur groben Orientierung, ob entzündliche Prozesse im Körper stattfinden. Die BSG reagiert allerdings nicht so schnell wie das C-reaktive Protein und ist noch erhöht, wenn sich die CRP-Werte bereits wieder normalisiert haben. Zur Abklärung einer bestimmten Krankheit müssen weitere Untersuchungen angeschlossen werden. Eine BSG im Referenzbereich schließt eine ernste Erkrankung nicht aus. Der Patient kann an einer Erkrankung im Frühstadium leiden, an einer Erkrankung, die ohne Entzündung einhergeht, oder an einem abgekapselten Prozess.

Klassische Methode nach Westergren

Die Untersuchung und die Methode der Durchführung gehen auf den schwedischen Arzt **Westergren** zurück.

Prinzip

Gemessen wird die Strecke in Millimeter, die die Erythrozyten in ungerinnbar gemachtem Blut beim Absinken in einem senkrecht gestellten Glasröhrchen mit genau definierten Maßen nach einer Stunde (1-Std.-Wert) und nach einer weiteren Stunde (2-Std.-Wert) zurückgelegt haben. Am aussagekräftigsten ist der 1-Std.-Wert, weshalb vielfach nur noch dieser angegeben und der zweite Wert gar nicht mehr abgelesen wird. Die Leukozyten und Thrombozyten, die sich oberhalb der Erythrozytensäule absetzen bleiben unberücksichtigt.

Referenzbereiche für Frauen unter 50 Jahre: < 20 mm (1-Std.-Wert)

für Frauen über 50 Jahre: < 30 mm (1-Std.-Wert)

für Männer unter 50 Jahre: < 15 mm (1-Std.-Wert)

für Männer über 50 Jahre: < 20 mm (1-Std.-Wert)

Abweichung vom Referenzbereich	Vorkommen
BSG beschleunigt	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pathologisch bedingt z.B. bei chronisch entzündlichen Erkrankungen und bei krankhafter Erhöhung einer Eiweißfraktion (bei monoklonalen Gammopathien) ➤ Physiologisch bedingt z.B. in der Schwangerschaft, nach heißen Bädern
BSG verlangsamt	<ul style="list-style-type: none"> ➤ z.B. bei Polyglobulie und Polyzythämie ➤ Durch Medikamente

Ursprünglich wurde in einer 2-mL-Spritze 0,4 mL Natriumcitrat vorgelegt und 1,6 mL Venenblut nachgezogen. Dieses Gemisch wurde in Glasröhrchen in einem Ständer senkrecht aufgestellt und der BSG-Wert nach einer und einer weiteren Stunde abgelesen. Die Glasröhrchen und die Ventile wurden anschließend gespült und wieder verwendet.

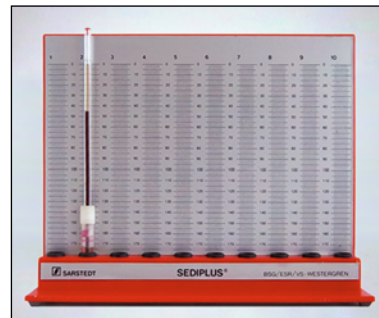


Abb. 1: BSG in Einmalpipetten



Abb. 2: Geschlossenes BSG-System

Da solche Systeme aus hygienischen Gründen nicht mehr zeitgemäß sind, ist man auf Einmalartikel (s. Abb. 1), vorzugsweise auf geschlossene Systeme übergegangen (s. Abb. 2).

Arbeitsanleitung für die BSG

Benötigte Materialien (s. Abb. 3)

- ① BSG-Röhrchen
(1 Teil Citrat, 4 Teile Blut)
- ② BSG-Ständer
- ③ Wecker

Durchführung

- ☐ Venöse Blutentnahme durchführen. Blut genau bis zur angegebenen Markierung aufziehen.
- ☐ Inhalt durch **mindestens zehnmaliges Überkopfschwenken** sorgfältig mischen (s. Abb. 4).
- ☐ Röhrchen in den BSG-Ständer stellen.
- ☐ An der Rändelschraube **den Nullpunkt** des Blutgemisches einstellen (s. Abb. 5).

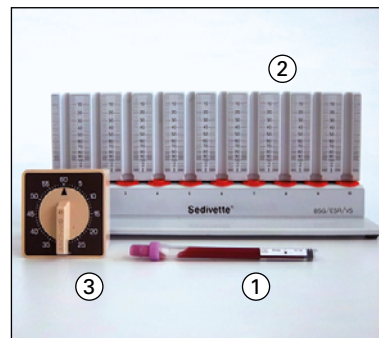


Abb. 3: Benötigte Materialien



Abb. 4: Blut mischen



Abb. 5: Nullpunkt einstellen



Abb. 6: BSG ablesen

- ☐ Nach einer Stunde den BSG-Wert in mm am oberen Ende der Erythrozytensäule ablesen (s. Abb. 6). Das abgebildete Röhrchen zeigt einen Wert von 48 mm.



- Mit der Untersuchung der BSG ist **spätestens** zwei Stunden nach Blutentnahme zu beginnen.
- Die Senkungspipetten müssen **senkrecht, erschütterungsfrei** und bei **Zimmer-temperatur** aufgestellt werden.
- Bei verpasster Ablesung des 1-Stunden-Wertes kann die Untersuchung mit dieser Probe nicht wiederholt werden.

Hinweis

Bevor die Senkungspipetten entsorgt werden, beurteilt man zusätzlich die **Plasmafarbe**. Abweichungen von der normalen Farbe, z. B. hämolytisch, lipämisch, ikterisch, hellgelb bis fast farblos, oder eine augenfällige weiße Schicht oberhalb der Erythrozytensäule (Leukozytenvermehrung) werden zusätzlich als Befund notiert (siehe Beurteilung der Serum- bzw. Plasmafarbe, Seite 95).

Manchmal ergeben sich Schwierigkeiten beim Ablesen, wenn die Plasma- und die Erythrozytensäule nicht scharf voneinander getrennt sind; man spricht dann von einer Schleiersenkung. In diesem Fall wird an der Stelle abgelesen, an der die Erythrozyten komprimiert aufeinanderliegen.

Schnellsenkung

Für Fälle, in denen das Ergebnis der Blutsenkung sehr schnell vorliegen soll, kann eine Schnellsenkung durchgeführt werden.

Im Gegensatz zur klassischen Methode werden dabei die Senkungspipetten nicht senkrecht aufgestellt, sondern in einem Winkel von 45° (s. Abb. 1) oder von 60° gekippt.

Bei einem Winkel von 45° wird der 1 Stundenwert nach 6 und der 2 Stundenwert nach weiteren 3 Minuten abgelesen, bei einem 60°-Winkel nach 7 und zusätzlichen 3 Minuten.

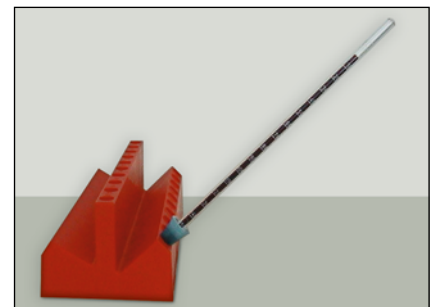


Abb. 1: Schnellsenkung

Qualitätssicherung

Für die BSG-Bestimmung ist keine Qualitätssicherung vorgeschrieben.

Fehlermöglichkeiten bei der BSG-Bestimmung



Auswirkung	Ursache
Falsch erhöhte Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zu hohe Temperatur während der Bestimmung ➤ Probengewinnung vom nicht nüchternen Patienten
Falsch erniedrigte Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zu niedrige Temperatur während der Bestimmung ➤ Blut-Natrium-Citrat-Gemisch zu lange aufbewahrt oder im Kühlschrank gelagert und vor der Bestimmung nicht auf Zimmertemperatur gebracht ➤ Entzündungshemmende und andere Medikamente
Nicht verwertbare Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Falsches Mischungsverhältnis Blut/Natrium-Citrat

Hinweis

Das Blut wird zur BSG-Bestimmung nicht ausschließlich mit Natrium-Citrat verdünnt. In Großlabors kann der 1-Stunden-Wert der BSG mit einem speziellen Gerät auch aus EDTA-Blut bestimmt werden.

Fehlermöglichkeiten bei der Bestimmung des Quick- oder INR-Wertes



Auswirkung	Ursache
Unplausible Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Gerät verunreinigt ➤ Vorwärmzeit für die Teststreifen und die Kontrolle nicht beachtet ➤ Lagerungsbedingungen und Verfallsdaten für die Testmaterialien nicht eingehalten ➤ Code-Chip bei neuer Teststreifenpackung nicht ausgetauscht ➤ Unkorrekte Probengewinnung: Probenmaterial enthält Gewebsflüssigkeit ➤ Ungenügende Probenmaterialmenge ➤ Teststreifen während der Messung berührt ➤ Ungeeignetes Probenmaterial, z. B. heparinisiertes Blut

Eine weitere Möglichkeit, den INR-Wert zu bestimmen, bietet das **Alere INRatio®2 System**. Zur Anwendung kommt ein elektrochemisches Messprinzip.

Hinweis

- Die Heparin-unempfindlichen Teststreifen können bei Zimmertemperatur bis zu zwölf Monate gelagert werden.
- Sie ermöglichen, dass auch bei Patienten, die von Heparin auf Vitamin-K-Antagonisten umgestellt werden, der INR-Wert bestimmt werden kann.
- Das Alere INRatio®2 ist das einzige System auf dem Markt mit zwei sichtbaren Kontrollen bei jedem Test.
- Als Probenmaterial kann sowohl Kapillarblut als auch venöses Vollblut verwendet werden.



Abb. 1: Alere INRatio®2 Gerinnungsmonitor



Abb. 2: Benötigte Materialien

Arbeitsanleitung für die INR-Bestimmung mit dem Alere INRatio®2

Benötigte Materialien (s. Abb. 2)

- ① Alere INRatio®2 Gerinnungsmonitor (s. Abb. 2)
- ② Teststreifen

Ohne Abbildung Blutentnahmetensilien

Durchführung

- ☐ Teststreifen bis zum Anschlag in das Gerät schieben (s. Abb. 3). Das Gerät schaltet sich automatisch ein.
- ☐ Teststreifencode mit den Angaben auf der Teststreifenpackung vergleichen.



Abb. 3: Teststreifen einschieben

Das Ende der Aufwärmzeit wird mit einem Signalton und einem grünen Licht unter der Probenmulde angezeigt (s. Abb. 1).

Nun Kapillarblut gewinnen und **ersten Tropfen** innerhalb von 15 Sekunden auftragen.

oder

Venenblut mit einer **Kunststoffspritze ohne Antikoagulanzen** entnehmen, die ersten vier Tropfen verwerfen und den **fünften Tropfen** auftragen.



Abb. 1: Blut auftragen

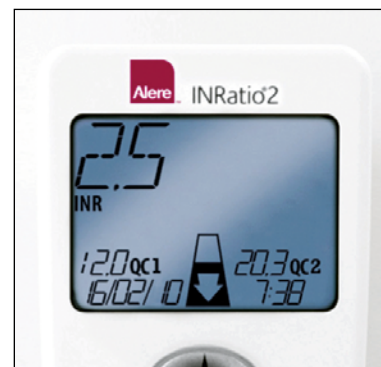


Abb. 2: Ergebnis ablesen

Nach einer Minute kann der INR-Wert abgelesen werden (s. Abb. 2).

Qualitätssicherung

Das Gerät überprüft durch einen **integrierten elektronischen Selbsttest** seine Funktionstüchtigkeit und weist auf eventuelle Fehler bei der Durchführung der Untersuchung hin.

Abbildung 3 zeigt die schematische Darstellung der Probeneinlaufs: Neben der Patientenprobe (Mitte) werden auch immer **zwei Kontrollen** gemessen. Sie werden rechts und links unterhalb des INR-Werts des Patienten in Sekunden angezeigt (s. Abb. 2).

Sind die Ergebnisse innerhalb der erlaubten Bereiche, ist sichergestellt, dass die Reagenzien auf dem verwendeten Teststreifen in Ordnung sind und der Patientenwert dem Wert einer Messung im Labor entspricht.

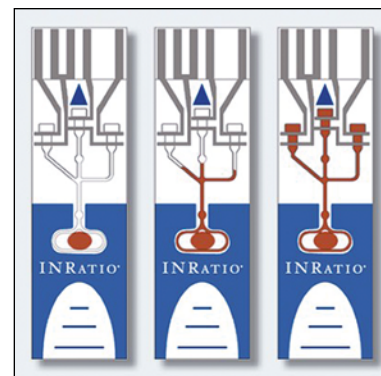


Abb. 3: Probeneinlauf



Hinweise zu Fehlermeldungen sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

Fehlermöglichkeiten bei der INR-Bestimmung mit dem Alere INRatio®2



Auswirkung	Ursache
Fehlermeldungen	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Blutprobe zu früh aufgetragen, bevor Aufwärmphase des Systems abgeschlossen war ➤ Aufgetragene Blutmenge nicht ausreichend ➤ Ungültiger Streifencode ➤ Kontroll-Ergebnisse außerhalb des Zielbereichs ➤ Streifen wurden nicht korrekt gelagert oder sind verfallen ➤ Unkorrekte Probengewinnung: Nicht den ersten Tropfen, innerhalb von 15 bis 20 Sekunden nach dem Stechen aufgetragen ➤ Luftblasen im Teststreifen durch inkorrektes Auftragen der Blutprobe

8 Fit für die Prüfung

8.1 Lernfelder und Laboruntersuchungen

In der nachfolgenden Liste wurden den Lernfeldern des Rahmenlehrplans zur MFA Ausbildung Laboruntersuchungen sowie weitere Inhalte des Buches zugeordnet, die nach unserer Recherche an den meisten Schulen in diesem Zusammenhang vermittelt werden.

Lernfelder	Lernsituationen	ab Seite
Lernfeldübergreifende Kenntnisse	Chemisch-physikalische und physiologische Grundlagen Der medizinische-technischen Arbeitsraum Labor Technische Laborgeräte und Laborhilfsmittel Verschiedene Laboruntersuchungsarten Probenmaterialien, -gewinnung, -aufbewahrung und -transport	S. 7 S. 31 S. 33 S. 81 S. 85
LF 3 Praxishygiene und Schutz vor Infektionskrankheiten organisieren	Verhaltensanforderungen bei der Laborarbeit Hygienevorschriften Desinfektion, Hygieneplan, Sterilisation Entsorgung von Materialien Gefährdungen im Labor	S. 57 S. 59 S. 61 S. 70 S. 71
LF 4 Bei Diagnostik und Therapie von Erkrankungen des Bewegungsapparates assistieren	Bestimmung von Entzündungsparametern: Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit CRP Leukozytenzahl	S. 261 S. 255 S. 179
LF 5 Zwischenfällen vorbeugen und in Notfallsituationen Hilfe leisten	Hämatokrit, Hämoglobin, Erythrozyten Erythrozytenindizes Troponin, D-Dimere CK, ASAT, ALAT	S. 165 S. 188 S. 254 S. 228
LF 8 Patienten bei diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen der Erkrankungen des Urogenitalsystems begleiten	Harnuntersuchungen: Allgemeine Beurteilung des Harns Teststreifenuntersuchungen, Harnsediment Keimzahlbestimmung, Hemmstofftest, Resistenzbestimmung Test auf Mikroalbuminurie Chlamydien Schwangerschaftstest Blutuntersuchungen: Kreatinin, Harnstoff im Serum	S. 128 S. 130 S. 151 S. 245 S. 249 S. 253 S. 231
LF 9 Patienten bei diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen der Erkrankungen des Verdauungssystems begleiten	Stuhltest auf okkultes Blut, M2-PK und Hb-Test (immunologischer Stuhltest einschließlich Tumormarker) Cholesterin, Triglyceride, Glukose γ-GT	S. 269 S. 249 S. 230 S. 229
LF 11 Patienten bei der Prävention begleiten	Gesundheitsvorsorge: Cholesterin, Glukose, Teststreifenuntersuchung im Urin Krebsvorsorge: okkultes Blut im Stuhl und iFOB Mutterschaftsvorsorge: Screening auf GDM, oraler Glukosetoleranztest, Chlamydien-DNA im Urin, Mittelstrahlurin auf Eiweiß, Glukose, Sediment, Hämoglobin- und Erythrozytenbestimmung	S. 230 S. 131 S. 269 S. 234 S. 269 S. 131 S. 168