



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Berufe im Gesundheitswesen

Medizinisches Labor

9. überarbeitete Auflage

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

Europa-Nr.: 66612

Autorin:

Edeltraud Wolf, Nürtingen

Unter Mitarbeit von Barbara Jost, Breitenbach/Schweiz

Verlagslektorat:

Tanja Löhr-Michels

Bildbearbeitung:

Verlag Europa-Lehrmittel Ostfildern

9. Auflage 2021

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-6925-2

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

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: tiff.any GmbH, 10999 Berlin

Umschlagfoto: Edeltraud Wolf, Nürtingen

Layout: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Vorwort

Das Buch **Medizinisches Labor** bietet ein umfassendes Themenspektrum, das in folgenden Ausbildungsberufen eingesetzt werden kann:

- in der Ausbildung zur Medizinischen Fachangestellten
- in Berufsfachschulen und Berufskollegs Gesundheit
- in der Grundstufe zur Ausbildung zu medizinisch-technischen Assistentinnen und Assistenten
- für Wiedereinsteigerinnen in den Beruf der Medizinischen Fachangestellten

Nach Bearbeitung der grundlegenden Themenbereiche (Kapitel 1-4) können die anderen Kapitel – lernfeldflexibel – in beliebiger Reihenfolge behandelt werden. Die Liste „Lernfelder und Laboruntersuchungen“ auf S. 280 gibt Anregungen für die Unterrichtsgestaltung im Rahmen der Lernfelder.

Der Weg von der Probengewinnung bis zum Erhalt eines Laborbefundes wird unter Berücksichtigung der Vorgaben der „**Richtlinie zur Qualitätssicherung laboratoriumsmedizinischer Untersuchungen der Bundesärztekammer**“ (Rili-BÄK) in der aktuellen Fassung von 2019 ausführlich erläutert.

Inhaltlicher Aufbau des Buches

- Das erste Kapitel des Buches umfasst die **Grundlagen zur Chemie, Physik und Physiologie**.
- Es folgen Erläuterungen zur räumlichen und gerätetechnischen **Ausstattung eines medizinischen Labors**.
- Verhaltensanforderungen und Vorschriften bezüglich **Hygiene, Desinfektion, Sterilisation und Arbeitssicherheit** schließen sich an.

Die Laboruntersuchungen sind unterteilt in **Harn- und Blutuntersuchungen** sowie **weitere Untersuchungen**, wie beispielsweise immunologische Schnelltests. Jedes Teilkapitel liefert:

- die klinische Bedeutung des Laborwerts
- Referenzwerte
- eine reich bebilderte Anleitung zur Testdurchführung
- eine tabellarische Auflistung der Fehlermöglichkeiten
- Maßgaben zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse.

Didaktische Struktur des Buches

- Jedes Kapitel wird durch **praxisrelevante Fragen** und **handlungsorientierte Aufgaben**, in Form von **integrierten Arbeitsblättern**, abgeschlossen.
- Im Kapitel „**Fit für die Prüfung**“ können die Schülerinnen anhand praktischer Beispiele ihr Wissen testen.
- An die Liste „Lernfelder und Laboruntersuchungen“ schließen sich eine **Auflistung der Referenzwerte, Umrechnungstabellen für Maßeinheiten, Fachbegriffe** und ihre Erklärungen sowie ein ausführliches **Sachwortverzeichnis** an.

Neu in der 9. Auflage

In der vorliegenden 9. Auflage ist berücksichtigt, dass die Arbeit im medizinischen Labor einem immer schneller voranschreitenden Wandel unterliegt. In allen Kapiteln des Buches wurden die aktuellen Vorschriften und wichtige Neuerungen berücksichtigt. Neu hinzugekommen ist u.a. die **Testung auf COVID-19 (Corona-Test)**.

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

Inhaltsverzeichnis

1	Chemisch-physikalische und physiologische Grundlagen	7	2.3.6	Zählkammern	49
1.1	Bau der Stoffe	7	2.3.7	Weitere Laborgeräte	50
1.1.1	Atom, Atombau	7	2.4	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	51
1.1.2	Molekül, Molmasse, Ion, Isotop	8	3	Verhaltensanforderungen bei der Laborarbeit	57
1.1.3	Elemente, Periodensystem der Elemente	10	3.5	Sicherheit am Arbeitsplatz	57
1.1.4	Reinstoffe, Stoffgemische	12	3.6	Hygienevorschriften	59
1.2	Physikalische Trennverfahren	14	3.7	Desinfektion	61
1.2.1	Sedimentation	14	3.7.1	Hautdesinfektion	61
1.2.2	Zentrifugation	15	3.7.2	Hygienische Händedesinfektion	61
1.2.3	Filtration	15	3.7.3	Reinigung und Desinfektion von Laborgeräten	62
1.2.4	Weitere Trennungsarten	15	3.7.4	Flächendesinfektion	64
1.3	Lösungen	16	3.7.5	Hygieneplan	65
1.3.1	Arten von Lösungen	16	3.8	Sterilisation	66
1.3.2	Konzentrationsangaben von Lösungen	17	3.8.1	Sterilisationsverfahren	66
1.4	Diffusion und Osmose	18	3.8.2	Qualitätssicherung bei der Aufbereitung von Medizinprodukten	67
1.5	Säuren, Basen und Salze	20	3.9	Entsorgung von Materialien	70
1.6	pH-Wert	22	3.10	Gefährdungen im Labor	71
1.7	Indikatoren	23	3.10.1	Kennzeichnung von Gefahrstoffen	71
1.8	Enzyme	23	3.10.2	Maßnahmen bei Laborunfällen	72
1.9	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	25	3.11	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	74
2	Der medizinisch-technische Arbeitsraum Labor	31	4	Von der Probennahme zum Laborbefund	81
2.1	Räumliche Voraussetzungen und Ausstattung	31	4.1	Verschiedene Arten von Laboruntersuchungen oder Laborbestimmungen	81
2.2	Technische Laborgeräte	33	4.1.1	Qualitative Bestimmungen	81
2.2.1	Zentrifuge	33	4.1.2	Semiquantitative Bestimmungen	81
2.2.2	Mikroskop	34	4.1.3	Quantitative Bestimmungen	81
2.2.3	Fotometer	37	4.2	Diagnostischer Prozess	82
2.2.4	Ionenaustauscher	40	4.2.1	Fallbeispiel	82
2.2.5	Wasserstrahlpumpe	40	4.2.2	Qualitätssicherung – Ziel und rechtliche Grundlagen	83
2.3	Sonstige Laborhilfsmittel	41	4.3	Präanalytik	85
2.3.1	Glasgeräte	41	4.3.1	Vorbereitung des Patienten	85
2.3.2	Pipetten	43	4.3.2	Verschiedene Probenmaterialien	85
2.3.3	Pipettierhilfen	44			
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	Corona-Test	248	8	Fit für die Prüfung	280
7.2.4	Chlamydien-Test	251	8.1	Lernfelder und Laboruntersuchungen	280
7.2.5	Schwangerschaftstest	252	8.2	Ein Fall aus der Praxis.	281
7.2.6	Troponin-Test.	253	8.3	Laboruntersuchungen auf einen Blick	283
7.2.7	D-Dimer-Test	254	8.4	Referenzbereiche	288
7.2.8	CRP-Test semiquantitativ.	254	8.4.1	Referenzbereiche für Blutbestandteile	288
7.2.9	CRP-Latex-Test.	255	8.4.2	Referenzbereiche für Harn.	289
7.2.10	RF-Latex-Test	257	8.5	Berechnungen	289
7.2.11	ASO-Latex-Test	257	8.6	Ausschnitt aus der Richtlinie der Bundesärztekammer	292
7.3	Sonstige Untersuchungen.	258	8.7	Fachbegriffe.	293
7.3.1	CRP-Test quantitativ	258	Anhang.	298	
7.3.2	Blutkörperchensenkungs- geschwindigkeit	260	Bildquellen- und Firmenverzeichnis. .	300	
7.3.3	Gerinnungsuntersuchungen	263	Sachwortverzeichnis	302	
7.3.4	Laboruntersuchungen in der Präventionsmedizin	268			
7.4	Fragen und Aufgaben: Alles klar?	271			

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“

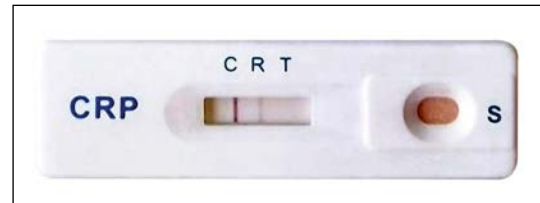


Abb. 1: Kontrolllinie als Verfahrenskontrolle

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 μ L-Einmalkapillaren
- ④ Mikropipettierhelfer
- ⑤ Blutentnahmetensilien

Durchführung

- ☐ Küvette oberhalb des Lichtwegs mit Patientennamen beschriften (s. Abb. 2).
- ☐ Deckel der Küvette öffnen.
- ☐ Kapillarblut gewinnen oder EDTA-Blut sorgfältig mischen.
- ☐ 10 μ L 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).

Qualitätssicherung

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



Abb. 1: Benötigte Materialien



Abb. 2: Küvette beschriften

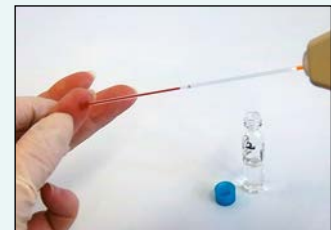


Abb. 3: Blut aufziehen



Abb. 4: Kapillare außen abwischen



Abb. 5: Blut in Küvette hineinspülen



Abb. 6: Test auswählen

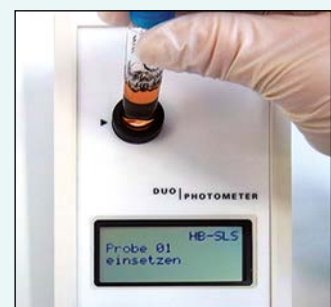


Abb. 7: Küvette hineinstellen

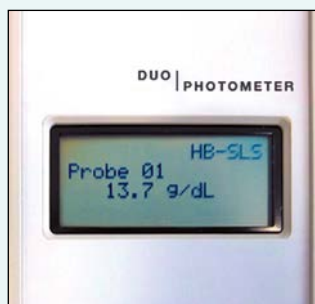


Abb. 8: Hämoglobinwert ablesen



Abb. 9: Hämoglobinkontrolllösung

Durchführung

- ☐ Einen kleinen Blutropfen 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 Blutropfen heranführen (s. Abb. 2), sodass 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, sodass ein Blutropfen austritt (s. Abb. 8).
- ☐ Vorsatzkante an den Blutropfen heranführen, damit sich das Blut entlang der Kante ausbreiten kann (s. Abb. 9).
- ☐ In der gleichen Technik wie mit geschliffenen Deckgläsern oder Ausstrichgläsern ausstreichen (s. Abb. 10), trocknen lassen und beschriften.

Hinweis

- Ausstriche unbedingt mit Bleistift beschriften, da fett-haltige 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.

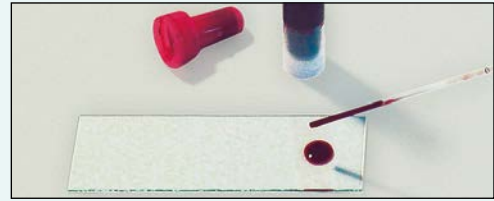


Abb. 1: Blut auftragen

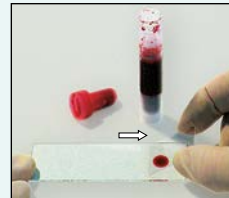


Abb. 2: Deckglas heranführen

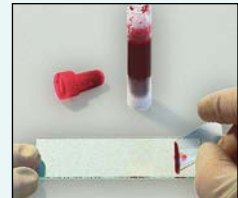


Abb. 3: Blut breitet sich aus

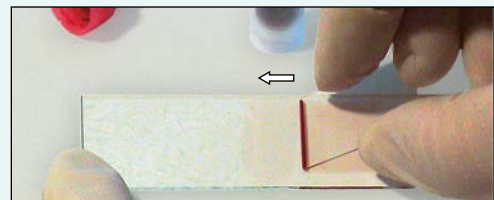


Abb. 4: Blut ausstreichen



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 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).

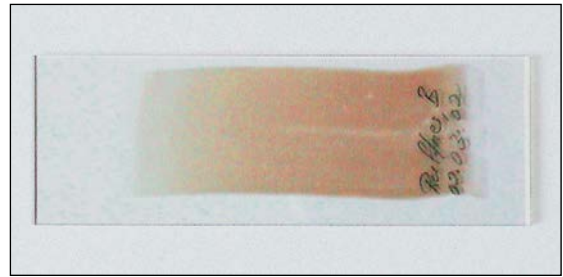


Abb. 1: Richtig angefertigter Blutausstrich

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 Blutentnahmetensilien

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

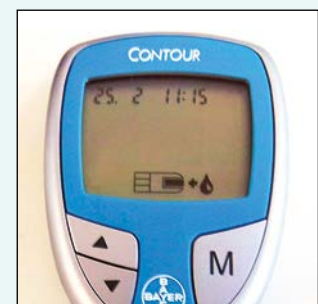


Abb. 3: Aufforderung zum Blutauftrag

- ☐ 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.



Abb. 1: Blut aufsaugen lassen

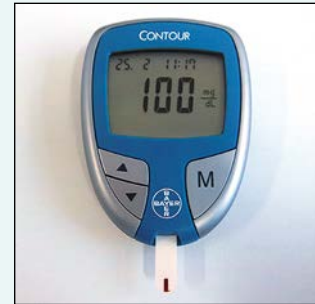


Abb. 2: Blutzuckerwert ablesen



Abb. 3: Kontrolllösungen



Abb. 4: Zielwerte

Durchführung der Richtigkeitskontrolle

- Teststreifen in das Gerät schieben und abwarten bis das Gerät die Gerätekontrolle durch geführt 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.

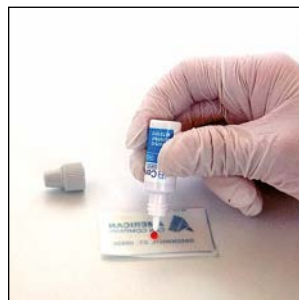


Abb. 5: Kontrolllösung



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.

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.

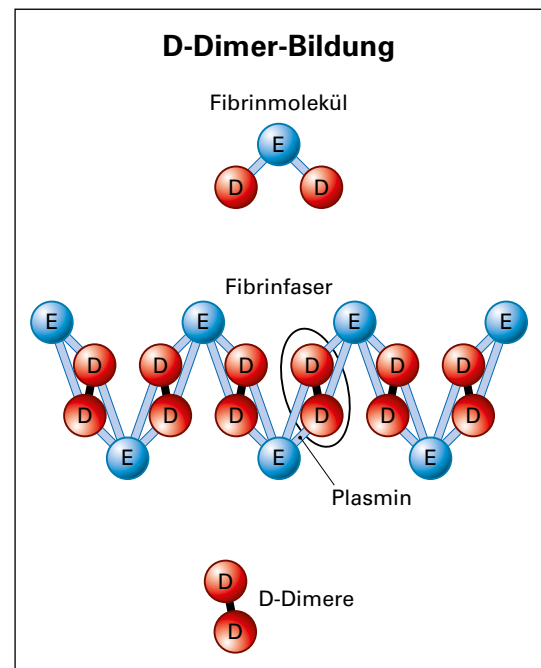


Abb. 1: D-Dimer-Bildung



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 ($< 6 \text{ mg/L}$). Es wird in der Leber als unspezifische Reaktion des Körpers auf eingedrungene Bakterien, aber auch auf Zellabbauprodukte und zugrunde 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. 255).

Referenzbereich: $< 6 \text{ mg/L}$. 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.

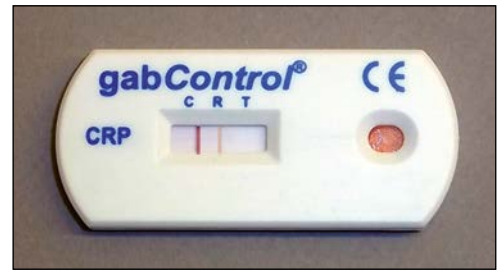


Abb. 1: Ergebnis negativ

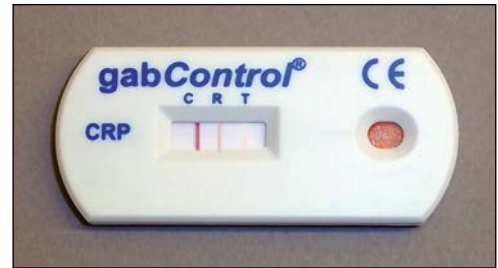


Abb. 2: Ergebnis zwischen 10 und 60 mg/L



Abb. 3: Ergebnis ca. 60 mg/L



Abb. 4: Ergebnis über 60 mg/L

7.2.9 CRP-Latex-Test

Welche Bedeutung der Nachweis von CRP hat, wird auf Seite 254 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.

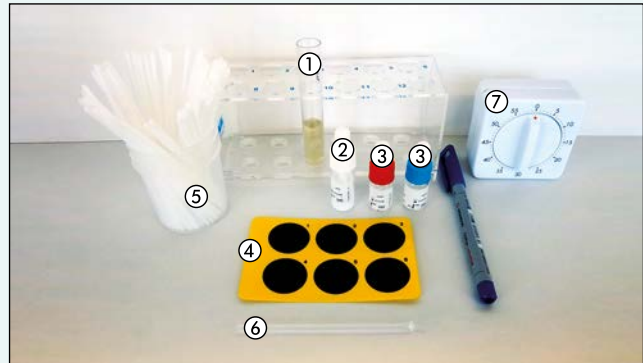
Abweichung vom Referenzbereich	Vorkommen
Keine oder nur geringe Erhöhung	→ Bei Virusinfektionen
Starke Erhöhung innerhalb weniger Stunden	→ Bei bakteriellen Infekten → Bei akut-entzündlichen Erkrankungen → Bei bösartigen Erkrankungen

Probenmaterial:

Das **Serum** sollte möglichst sofort verwendet werden. Eine Lagerung im Kühlschrank ist möglich (siehe Herstellerangaben). **Hämolytische**, und **lipämische Seren** dürfen nicht verwendet werden.

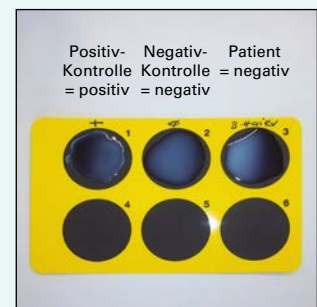
Arbeitsanleitung für den CRP-Latex-Test**Benötigte Materialien** (s. Abb. 1)

- ① Serum
- ② Latex-Reagenz
- ③ Positiv- und Negativ-Kontrolle
- ④ Testplatte
- ⑤ Rührstäbchen
- ⑥ Einmalpipette
- ⑦ Wecker

**Abb. 1: Benötigte Materialien****Durchführung des qualitativen Tests**

Reagenzien und Serum sind vor Beginn des Tests auf Raumtemperatur zu bringen.

- ☐ Testplatte beschriften.
- ☐ Latex-Reagenz gut mischen.
- ☐ 1 Tropfen (bzw. 40 µL) Serum und je 1 Tropfen Positiv- und Negativ-Kontrollserum auf die Testfelder der Testplatte tropfen (s. Abb. 2).
- ☐ Jeweils einen Tropfen gut gemischtes Latex-Reagenz hinzugeben (s. Abb. 3).
- ☐ Die Tropfen von jedem Testfeld mit einem Rührstäbchen sorgfältig mischen.
- ☐ Testplatte ca. 2 Minuten lang rotierend bewegen (s. Abb. 4).
- ☐ Das Agglutinationsergebnis beurteilen (s. Abb. 5).

**Abb. 2: Seren auftragen****Abb. 3: Reagenz zugeben****Abb. 4: Testplatte bewegen****Abb. 5: Ergebnis ablesen****Beurteilung**

Bei einem **positiven** Ergebnis (CRP erhöht) ist eine deutliche Verklumpung (Agglutination) der Latex-Partikel zu sehen.

Ein **negatives** Ergebnis (CRP normal) liegt vor, wenn die Suspension homogen milchig aussieht und keine Agglutination zu erkennen ist.

Hinweis zur Qualitätskontrolle

Die Kontrollen sollten **einmal pro Untersuchungstag** zu Beginn der Testserien mitgeführt werden. Dabei ist wie beim Patientenserum vorzugehen. Die Negativ-Kontrolle darf dabei keine, die Positiv-Kontrolle muss eine deutliche Agglutination zeigen.

Abweichung vom Referenzbereich	Vorkommen
BSG beschleunigt	→ 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	→ 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.

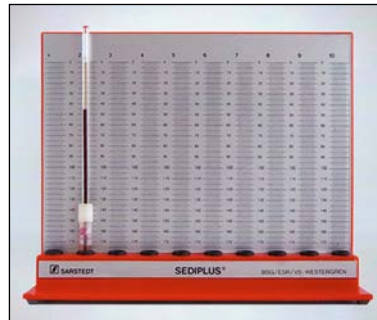


Abb. 1: BSG in Einmalpipetten



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).
- ☐ 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.

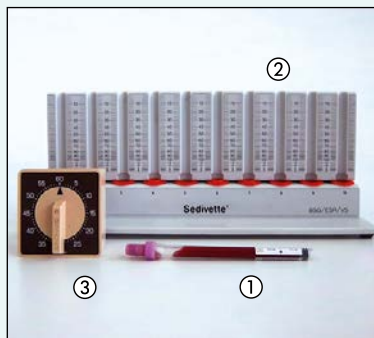


Abb. 3: Benötigte Materialien



Abb. 4: Blut mischen



Abb. 5: Nullpunkt einstellen



Abb. 6: BSG ablesen



- Mit der Untersuchung der BSG ist spätestens zwei Stunden nach Blutentnahme zu beginnen.
- Die Senkungspipetten müssen senkrecht, erschütterungsfrei und bei Zimmertemperatur 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.

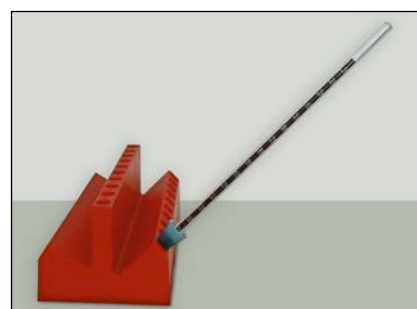


Abb. 1: Schnellsenkung

Qualitätssicherung

Für die BSG-Bestimmung ist keine Qualitätssicherung vorgeschrieben.



Fehlermöglichkeiten bei der BSG-Bestimmung

Auswirkung	Ursache
Falsch erhöhte Ergebnisse	→ Zu hohe Temperatur während der Bestimmung → Probengewinnung vom nicht nüchternen Patienten
Falsch erniedrigte Ergebnisse	→ 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	→ 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.

7.3.3 Gerinnungsuntersuchungen

Die **Blutgerinnung** ist ein sehr kompliziertes Geschehen an dem die Thrombozyten, die **Gefäßwand** und die im Plasma vorhandenen **gerinnungshemmenden** und **gerinnungsfördernden** Stoffe beteiligt sind. Die einzelnen Komponenten ergänzen sich gegenseitig. Ist jedoch die Konzentration oder die Aktivität einer der Komponenten vermindert, kann ihre Wirkungsweise nicht durch die anderen ersetzt werden.

Der Vorgang der Blutgerinnung wird bei einer Verletzung von außen durch Gewebefaktoren (**exogenes System**) in Gang gesetzt. Bei einer Verletzung bzw. arteriosklerotischen Veränderung der innersten Gefäßwand (**endogenes System**) kommt es zur Gerinnung durch Aktivierung von Gerinnungsfaktoren aus den Thrombozyten und aus der Gefäßwand. Die Blutgerinnung läuft kaskadenartig ab, d. h. ein Faktor aktiviert immer den nächsten. (In Abbildung 1 sind die inaktiven Faktoren mit römischen Ziffern dargestellt, die aktivierte Form mit dem Zusatz „a“ versehen.) Am Ende entsteht aus dem im Plasma gelösten **Fibrinogen** das unlösliche faserbildende **Fibrin**. Es bildet zusammen mit den Thrombozyten und eingeschlossenen Erythrozyten den Wundverschluss. Beim Heilungsprozess lösen gerinnungshemmende Stoffe das Fibrinfasernetz wieder auf.

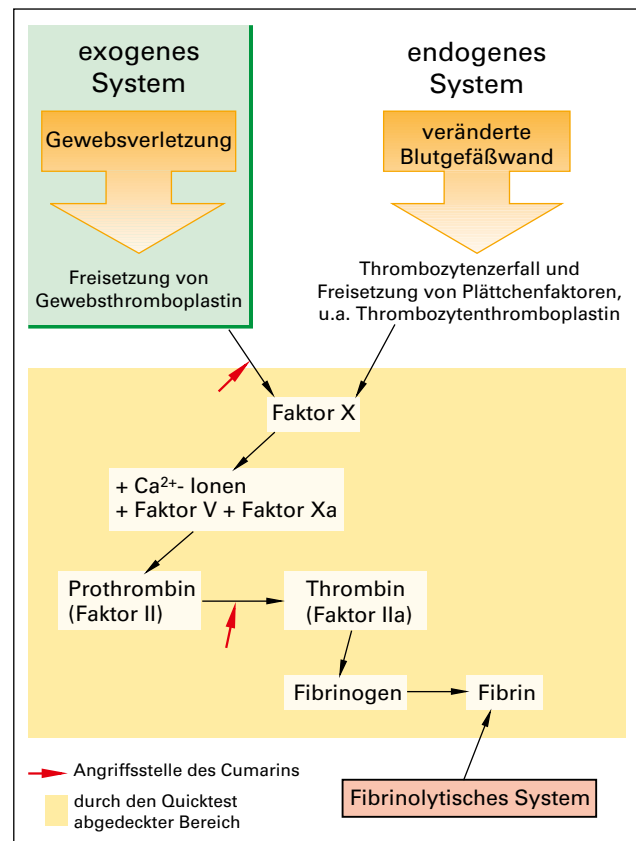


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des Gerinnungsvorgangs

Als Ursachen für Blutgerinnungsstörungen kommen u. a. Thrombozytenverminderungen oder krankhafte Thrombozytenveränderungen, gefäßbedingte Gerinnungsstörungen sowie ein Fehlen bzw. ein abnormer Verbrauch an Gerinnungsfaktoren in Betracht.

Diese Störungen können durch verschiedene **Gerinnungstests** untersucht werden:

- **Globaltests**, wie die Bestimmung der Blutungs- und der Gerinnungszeit, dienen als Suchtest, ob der gesamte Gerinnungsablauf beeinträchtigt ist.
- **Phasentests**, zu denen auch die Bestimmung der Thromboplastinzeit, auch Prothrombinzeit genannt, gehört, überprüfen Teilbereiche des Ablaufs. Durch die Bestimmung der Thromboplastinzeit werden z. B. Störungen im exogenen System der Blutgerinnung nachgewiesen (s. Abb. 1).
- Mit **Faktorentests** werden die Mengen und die Funktion einzelner Gerinnungsfaktoren gezielt untersucht.

Nach einem Herzinfarkt, Herzoperationen, bei Vorhofflimmern oder bei Thrombosen wird aus therapeutischen Gründen in die Blutgerinnung eingegriffen. Durch die Verabreichung eines Medikamentes mit dem Wirkstoff Cumarin, der die Wirkung des Vitamins K hemmt, wird die Gerinnungsfähigkeit des Blutes künstlich herabgesetzt (s. Abb. 1).

Diese Therapie muss durch die Bestimmung der Thromboplastinzeit überwacht werden. Diese Bestimmung ist auch unter dem Namen ihres Erfinders als **Quick-Test** bekannt. Die Untersuchung ist inzwischen so vereinfacht worden, dass sie auch von den Patienten selbst, nach einer entsprechenden Schulung mit einem speziellen Gerät, zu Hause durchgeführt werden kann.

Prinzip

Beim klassischen **Quick-Test** wird Citrat-Plasma mit Kalzium-Ionen und Gewebsthorboplastin versetzt und die Zeit in Sekunden gemessen, bis sich Fibrin gebildet hat. Da dieser Wert sowohl vom Messgerät als auch vom verwendeten Thromboplastin abhängt, müssen die Sekunden über eine Bezugskurve in die Angabe „Prozent der Norm“, in der der Quickwert ausgedrückt wird, umgerechnet werden.

- 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 Antikoagulantien** entnehmen, die ersten vier Tropfen verwerfen und den **fünften Tropfen** auftragen.

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



Abb. 1: Blut auftragen



Abb. 2: Ergebnis ablesen

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.

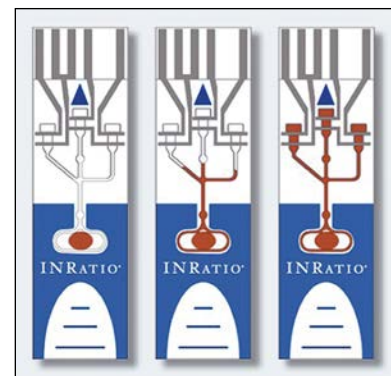


Abb. 3: Probeneinlauf



Hinweise zu Fehlermeldungen sind der Bedienungsanleitung zu entnehmen.

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

Auswirkung	Ursache
Fehlermeldung	→ 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

7.3.4 Laboruntersuchungen in der Präventionsmedizin

Viele der vorgestellten Untersuchungen werden im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen in den Arztpraxen durchgeführt. Für einige Untersuchungen muss lediglich das Probenmaterial qualifiziert gewonnen und weiterverarbeitet werden. Gewinnt der Patient das Probenmaterial selbst, muss er genaustens über die Vorgehensweise informiert werden.

Gesundheitsvorsorgeuntersuchung

Gesetzlich Krankenversicherte haben ab dem 35. Lebensjahr alle zwei Jahre Anspruch auf eine Gesundheitsvorsorgeuntersuchung. Sie dient der Früherkennung von **Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen sowie Diabetes mellitus**. Dazu sind Blut- und Urinuntersuchungen erforderlich.

Das **Blut** für die Bestimmung der **Glukosekonzentration** und des **Gesamtcholesterins** wird als Kapillar- oder Venenblut gewonnen (s. Abb. 1). Der Patient muss nüchtern zur Blutentnahme kommen, darf 12 Stunden vor der Blutentnahme nichts essen, nichts trinken, nicht rauchen und sollte 24 Stunden vorher keinen Alkohol trinken.

Der **Urin** (s. S. 131 ff.) wird auf **Eiweiß, Glukose, Erythrozyten, Leukozyten und Nitrit** mittels Teststreifen untersucht (s. Abb. 2). Als Probenmaterial wird Morgenurin, als Mittelstrahlurin gewonnen, benötigt. Die Vorgehensweise bei der Hargewinnung muss dem Patienten ausführlich erklärt werden (s. S. 268).



Abb. 1: Blutentnahme



Abb. 2: Urinuntersuchung

Krebsfrüherkennungsuntersuchung – okkultes Blut im Stuhl

Ab dem 50. bis zum 55. Lebensjahr besteht der jährliche Anspruch auf einen **Test auf okkultes Blut im Stuhl**. Ab dem Alter von 55 Jahren kann im Abstand von zwei Jahren ein Test auf okkultes Blut durchgeführt werden, falls keine Darmspiegelung in Anspruch genommen wird.

Blutbeimengungen im Stuhl sind unter Umständen ein Anzeichen für bösartige Erkrankungen im Magen-Darmtrakt. Ein frühzeitiges Erkennen ermöglicht eine rasche Therapie und verbessert damit die Heilungschancen. Der Test auf okkultes (verstecktes) Blut im Stuhl spürt Blutmengen auf, die für das Auge noch nicht sichtbar sind. Deshalb ist dieser Test ein Bestandteil der Krebsvorsorgeuntersuchungen.

Seit dem 01.04.2017 ist anstatt des bislang üblichen qualitativen chemischen Stuhltests mit den Stuhlbriefchen ein **quantitativer immunologischer Stuhltest** (iFOBT = immunological fecal blood test) vorgeschrieben.

Bei dem chemischen Test musste der Patient an drei aufeinanderfolgenden Tagen Stuhl gewinnen und auf die Testfelder der Stuhlbriefchen verstreichen (s. Abb. 3). Da dieser Test unter anderem auch auf tierisches Blut und Stoffe aus der Nahrung reagierte, musste drei Tage vorher eine Diät eingehalten werden. Der immunologische Test enthält gegen menschliches Hämoglobin gerichtete Antikörper und ist deshalb ein spezifischeres Verfahren als der chemische Test. Außerdem muss nur einmal Stuhl gewonnen und keine Diät eingehalten werden.

Die Probengewinnungssets werden von den Praxen ausgegeben. Die Auswertung erfolgt im Labor außerhalb der Praxis.

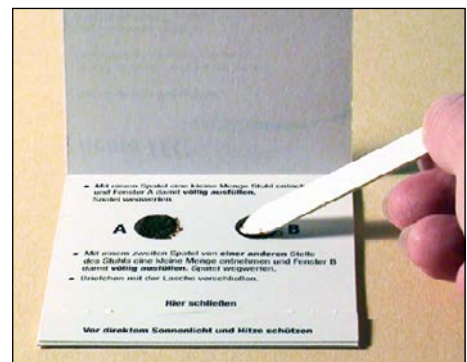


Abb. 3: Stuhlprobe auftragen

8.3 Laboruntersuchungen auf einen Blick

Zur Vorbereitung auf die Prüfung empfiehlt es sich, jede im Unterricht erlernte Laboruntersuchung in Stichworten festzuhalten. Nachstehend finden Sie vier Beispiele und einen leeren Bogen als Kopiervorlage.

Untersuchung	Eiweiß im Urin
Zweck der Laboruntersuchung	Abklärung einer Nierenerkrankung
Referenzbereich	negativ
Präanalytik	
Vorbereitung/Information des Patienten	Genitale waschen und nicht abtrocknen
Probenmaterial	Morgenurin als Mittelstrahlurin gewonnen
Probengefäß	Urinbecher
Probengewinnung	Aus dem bereits laufenden Harnstrahl Harn gewinnen, diesen ohne Absetzen der Miktion in Gefäß auffangen, Rest verwerfen.
Aufbewahrung des Probenmaterials	Max. 2 Stunden im Kühlschrank
Durchführung der Untersuchung	
Benötigte Materialien	Teststreifen, Urin, Stoppuhr
Die einzelnen Arbeitsschritte	1. Frischen Mittelstrahlurin gut mischen 2. Teststreifen aus Teststreifenröhre entnehmen und diese gleich wieder verschließen 3. Teststreifen kurz in Urin tauchen 4. Überschüssigen Urin seitlich abstreifen 5. Inkubationszeit abwarten 6. Reaktionsfeld mit den Feldern der Teststreifenröhre vergleichen 7. Semiquantitatives Ergebnis ablesen
Beurteilung der Ergebnisse	
Bei pathologischem Ergebnis: Fachbegriff und mögliche Ursache	Proteinurie bei Nierenerkrankungen
Qualitätssicherung	–
Fehlermöglichkeiten	➤ Falsch erhöhte Werte durch Blutersatzmittel, Medikamente, Reste von Desinfektionsmitteln ➤ Unplausible Werte bei Handhabungsfehlern und bei verfallenen Teststreifen
Besonderheiten	–