



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Berufe im Gesundheitswesen

Medizinisches Labor

Lösungen

9. Auflage

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

Europa-Nr.: 67317

Kapitel 1.9, S. 25–30

Aufgabe 1

Substanz	Atom	Ion	Molekül
Wasserstoff	x		
NaCl			x
Kohlendioxid			x
H ⁺	x	x	
H ₂ SO ₄			x
OH ⁻		x	x

Aufgabe 2

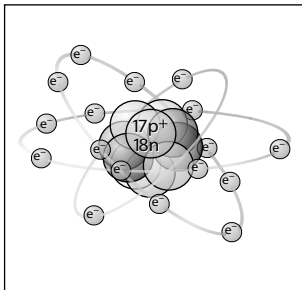
Informationen über Cl aus dem Periodensystem:

7. Hauptgruppe → 7 Elektronen auf der äußersten Schale;

3. Periode → 3 Elektronenschalen;

Ordnungszahl 17 → 17 Elektronen auf der Elektronenhülle und damit auch 17 Protonen im Atomkern;

Massenzahl 35 → Das ergibt 18 Neutronen im Kern.



Aufgabe 3

- a) NaCl → $\frac{\text{Masse 1 Na-Atom} = 23 \text{ u}}{\text{Masse 1 Cl-Atom} = 35 \text{ u}}$
Molekülmasse = 58 u
- b) HCl → $\frac{\text{Masse 1 H-Atom} = 1 \text{ u}}{\text{Masse 1 Cl-Atom} = 35 \text{ u}}$
Molekülmasse = 36 u
- c) H₂SO₄ → $\frac{\text{Masse 2 H-Atome} = 2 \text{ u}}{\text{Masse 1 S-Atom} = 32 \text{ u}}$
 $\frac{\text{Masse 4 O-Atome} = 64 \text{ u}}{\text{Molekülmasse} = 98 \text{ u}}$

Aufgabe 4

Isotope sind Atome des gleichen Elements mit gleicher Protonenzahl aber unterschiedlicher Neutronenzahl und damit unterschiedlicher Atommasse.

Aufgabe 5

Ordnungszahl: Sie gibt die Stellung eines Elements im PSE an und gibt Auskunft über die Protonen- und Elektronenzahl.

Massenzahl: Sie gibt Auskunft über den Aufbau des Atomkerns.

Aufgabe 6

Im PSE sind alle bekannten Elemente nach steigender Atommasse und ähnlichen chemischen Eigenschaften geordnet. Die Elemente sind in Haupt- und Nebengruppen sowie in Perioden eingeteilt.

Aufgabe 7

Suspension: Blut, Harn

Emulsion: Körperlotion, Handcreme, Milch

Aufgabe 8

- a) Lösung, die keine weiteren Anteile eines gelösten Stoffes aufnehmen kann
- b) Lösung, die noch weitere gelöste Anteile aufnehmen kann

Aufgabe 9

- a) drei
- b) Volumen
- c) mol/L
- d) 76

Aufgabe 10

Rechenweg mittels Dreisatz:

100 mL → 0,9 g NaCl

1000 mL → 9 g NaCl

2000 mL → 18 g NaCl

Herstellung: Mit einer Präzisionswaage exakt 18 g NaCl abwiegen und in einen Messkolben füllen; etwas H₂O eingießen und Messkolben schwenken, damit sich das Salz löst; weiter mit H₂O bis zur Eichmarke auffüllen, Messkolben schließen und Lösung durch Schwenken vollständig durchmischen.

Aufgabe 11

Bei dieser Aufgabe sind unterschiedliche Antworten möglich!

Bezeichnung/ Name der Lösung	Art der Konzentrationsangabe	Konzentration	In 100 g, 1 dL oder 1 L Lösung sind ___ g/mL gelöster Stoff enthalten
Alkohol	Volumenkonzentration	70 %	in 100 mL Lösung sind 70 mL Alkohol enthalten
Desinfektions-spray	Massenkonzentration	20 g Ethanol 19 g Propanol	in 100 g Lösung sind 39 g gelöster Stoff enthalten
isotonische Kochsalzlösung	Massenkonzentration	0,9 % NaCl	in 100 mL Lösung sind 0,9 g NaCl enthalten

Aufgabe 12

- a) $H^+ + Cl^- + K^+ + OH^- \rightarrow H_2O + KCl$ (Kaliumchlorid)
 b) $H^+ + F^- + Na^+ + OH^- \rightarrow H_2O + NaF$ (Natriumfluorid)
 c) $H^+ + Br^- + K^+ + OH^- \rightarrow H_2O + KBr$ (Kaliumbromid)

Aufgabe 13

Leitungswasser: pH = 7 (neutral)

Urin: pH = 5 bis 7 (sauer)

Blut: pH = 7 (neutral)

Ihre nachfolgend ermittelten Werte können von diesen Angaben abweichen.

Essig: pH = 2 (sauer)

Spülwasser: pH = 8 (basisch)

Desinfektionslösung: pH = 8 (basisch)

Aufgabe 14

ASAT (Aspartat-Amino-Transferase; γ -GT (Gamma-Glutamyl-Transferase); ALAT (Alanin-Amino-Transferase).

Aufgabe 15

- a) Suspension
 b) Suspension
 c) Echte Lösung
 d) Echte Lösung
 e) Suspension
 f) Echte Lösung

Aufgabe 16

- ① SCHMELZPUNKT
- ② PERIODENSYSTEM
- ③ LEUKOZYT
- ④ NATRIUM
- ⑤ EMULSION
- ⑥ GEMISCH
- ⑦ MOLEKUEL
- ⑧ HETEROGEN
- ⑨ SUSPENSION

Lösungswort: Mikroskop

Aufgabe 17

Weil sich die festen Bestandteile des Harns nicht selbstständig absetzen, sondern durch Zentrifugation gewonnen werden. Die richtige Bezeichnung wäre damit: Harnzentrifugat!

Aufgabe 18

Spurenelemente / Mineralstoffe	Erkrankung / Mangel ↓ Überschuss ↑	Ordnungszahl im PSE	Nr. der Haupt- bzw. Nebengruppe
Kalium	Niereninsuffizienz / ↑	19	1. Hauptgruppe
Kalzium	Nebenschilddrüsenüberfunktion / ↑	20	2. Hauptgruppe
Magnesium	Erbrechen, Durchfall / ↓	12	2. Hauptgruppe
Eisen	Blutungen / ↓	26	8. Nebengruppe
Natrium	Ödeme, Leberzirrhose / ↓	23	1. Hauptgruppe

Aufgabe 19

Kreatin-Kinase und GOT

Aufgabe 20

Substratspezifisch: Jedes Enzym hat nur einen bestimmten Reaktionspartner (Substrat).

Wirkungsspezifisch: Jedes Enzym ist nur für eine bestimmte Reaktion zuständig.

Aufgabe 21

Amylase (Kohlenhydratspaltung), Lipase (Fettsäurespaltung), Pepsidase (Eiweißspaltung)

Aufgabe 22

Enzyme reagieren pH-Wert-abhängig. Hier: Das Enzym arbeitet bei pH 5 optimal.

Die Reaktion von Enzymen ist temperaturabhängig. Hier: Das Enzym arbeitet bei 27,5 °C optimal.

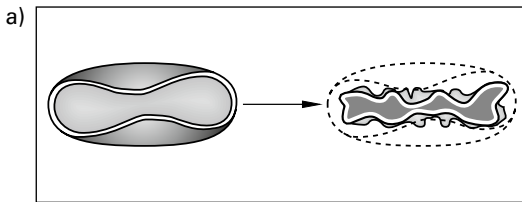
Aufgabe 23

Dichte, pH-Wert, Leukozyten, Nitrit, Eiweiß, Glukose, Ketone, Urobilinogen, Bilirubin, Blut

Aufgabe 24

Nur eine isotonische Kochsalzlösung verhindert, dass es aufgrund osmotischer Vorgänge an den Zellwänden zu einer Zellschädigung kommt. Wird eine hypotone Lösung verabreicht, platzen die Zellen. Wird eine hypertone Lösung gegeben, schrumpfen die Körperzellen.

Aufgabe 25



Der Erythrozyt schrumpft.

Begründung: Die Teilchenkonzentration ist in der Kochsalzlösung höher. Wasser strömt aus dem Erythrozyt, um die 1,9%ige NaCl-Lösung zu verdünnen.

- b) Der Konzentrationsausgleich erfolgt vom Ort hoher zum Ort niedriger Konzentration. Den Vorgang nennt man Verdünnungsbestreben.

Aufgabe 26

Diffusion: Wegen des Konzentrationsausgleichsbestrebens wandern Teilchen vom Ort hoher Konzentration zum Ort niedriger Konzentration.

Osmose: Wegen des Konzentrationsausgleichsbestrebens wandern Teilchen vom Ort niedriger zum Ort hoher Konzentration durch eine semipermeable Membran.

Kapitel 2.4, S. 51–56

Aufgabe 1

Mithilfe der Wasserstrahlpumpe können z. B. Pipetten oder Schläuche von Schmutz und Ablagerungen befreit und getrocknet werden.

Aufgabe 2

- a) Verboten: Der Boden sollte wischbar und leicht zu desinfizieren sein.

- b) Ungünstig: Erschütterungen schaden dem Gerät; verfälschte Messergebnisse sind möglich.
- c) Es müssen zwei voneinander getrennte Waschbecken vorhanden sein.
- d) Es muss lichtgeschützt stehen; falsche Messergebnisse möglich.
- e) Verboten: Nahrungsmittel dürfen nicht in einem Kühlschrank, in dem Untersuchungsmaterial aufbewahrt wird, gelagert werden.

Aufgabe 3

Unterscheidungsmerkmal	Absorptionsfotometer	Reflexionsfotometer
Untersuchungsprinzip	Nasschemisch	Trockenchemisch
Vorteil	Preisgünstig	Ergebnis liegt schnell vor
Nachteil	Aufwendiges Verfahren	Teststreifen sind teuer
Beispiele für Untersuchungen	Hb, Enzymwertbestimmungen	Glukose, GOT, GPT

Aufgabe 4

Die Aussage ist richtig.

Aufgabe 5

- a) Licht einer bestimmten Wellenlänge wird aufgenommen (absorbiert).
- b) Extinktion: Maß für die Menge des aufgenommenen (absorbierten) Lichts
Transmission: Maß für die durchgelassene Lichtmenge

Aufgabe 6

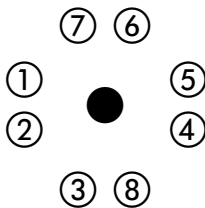
Der Magnetcode enthält alle Informationen zur Testdurchführung und Konzentrationsbestimmung.

Aufgabe 7

- a) ● Einmalhandschuhe
● Zentrifuge
● Reagenzglasständer
● Zentrifugenröhrchen möglichst mit spitzem Boden
● Objektträger
● Einmal-Deckgläser
● Mikroskop

- b) ● Blutentnahmematerial (Einmalhandschuhe, Blutlanzetten, Tupfer oder Material zur venösen Blutentnahme)
 - Kapillarpipette
 - Reaktionsgefäß mit Verdünnungslösung zur Leukozytenzählung
 - Kapillare zur Zählkammerfüllung
 - Zählkammer mit geschliffenem Deckglas
 - Mikroskop
- c) ● Blutentnahmematerial
 - Objektträger
 - geschliffene Deckgläser
- d) ● Färbetröge oder Färbeküvetten
- e) ● Mikroskop
 - Blutbilddifferenzierungsgerät
- f) ● Erlenmeyerkolben oder Bechergläser
- g) ● Messzylinder oder Messkolben
 - Voll- oder Messpipetten einschließlich Pipettierhelfer

Aufgabe 8



Aufgabe 9

- a) und b)
1. Okular → C)
 2. Kreuztischschrauben → E)
 3. Kondensorenblendenhebel → G)
 4. Zentrierschraube → H)
 5. Objektiv → B)

Aufgabe 10

Die Lichtstrahlen werden von einer Lichtquelle im Fuß des Mikroskops ausgesandt, gehen durch das Leuchtfeld, werden im Kondensorliniensystem und in der Frontlinse gebündelt, durchdringen das Objekt auf dem Kreuztisch, gehen durch das Objektiv, werden durch ein Prisma umgelenkt und gelangen über den Tubus durch das Okular zum Auge.

Aufgabe 11

- a) Das Objektiv ist die Sammellinse im Mikroskop. Es vergrößert seitenverkehrt.
- b) Der Kondensator bündelt die vom Leuchtfeld kommenden Lichtstrahlen.
- c) Durch das Drehen des Revolvers kann man das benötigte Objektiv auswählen.
- d) Auf dem Kreuztisch wird das Präparat eingespannt. Er wird auch als Objektisch bezeichnet.

Aufgabe 12

Okularvergrößerung · Objektivvergrößerung = Gesamtvergrößerung
 $12,5 \cdot 100 = 1250$ -fache Gesamtvergrößerung

Aufgabe 13

Falsche Ebene wurde eingestellt. Objektiv ist verschmutzt. Objektiv ist nicht richtig in den Revolver eingerastet.

Aufgabe 14

Objekt vom Kreuztisch nehmen. Staub mit fusenfreiem Tuch oder weichem Pinsel entfernen. Hartnäckige Verschmutzungen mit einem mit destilliertem Wasser angefeuchteten Tuch entfernen. Reste von Immersionsöl mit Ether-Alkohol oder Xylol (je nach Baujahr des Mikroskops) abwischen.

Aufgabe 15

Laborgerät	Verwendungszweck	Besonderheiten
a) Ionenaustauscher	Dient zur Gewinnung von entmineralisiertem Wasser, das zu Spülzwecken verwendet wird.	Entmineralisiertes Wasser enthält noch Ionen und ist nicht keimfrei und darf deshalb nicht für Zwecke eingesetzt werden, für die destilliertes Wasser benötigt wird.
b) Reflexionsfotometer	Dient zur trockenchemischen Bestimmung von vielen Blutbestandteilen.	Fotometer muss an einem erschütterungsfreien, vor Sonnenlicht geschütztem Standort aufgestellt werden. Auf eine fachgerechte Handhabung der Teststeifen ist zu achten.
c) Küvetten	Dienen zur Aufnahme des Analysenmaterials bei nasschemischen Untersuchungen.	Sie haben zwei optische Seiten für den Lichtdurchgang, an denen sie nicht berührt werden dürfen.

Aufgabe 16

- a) ① Auslaufpipette, ② Ausblaspipette
- b) ① Messpipette, ② Kapillarpipette
- c) ① Abmessung mehrerer Volumina ist möglich. Pipette ist auf Ex 20 °C geeicht, d.h. die Flüssigkeit muss man auslaufen lassen. Der in der Spitze verbleibende Flüssigkeitsrest wurde bei der Eichung berücksichtigt und darf nicht ausgeblasen werden. Die zu pipettierende Flüssigkeit muss 20 °C haben. Die Handhabung erfolgt mit einer Pipettierhilfe.
 ② Nur die Abmessung des durch den farbigen Ring gekennzeichneten Volumens ist möglich. Der Inhalt der Pipette muss in eine vorgelegte Flüssigkeit hinein ausgeblasen und mit der Flüssigkeit ausgespült werden. Die Pipetten sind zum Einmalgebrauch bestimmt. Die Handhabung erfolgt mit einer Mikro-Pipettierhilfe.

Aufgabe 17

1. f)	2. c)	3. b)	4. h)	5. a)	6. d)	7. e)	8. g)
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Aufgabe 18

- a) Die Zählkammer besteht aus einer Glasplatte mit zwei Seitenstegen und einem Kammerboden in den ein Zählnetz eingraviert ist. Auf der Glasplatte wird ein geschliffenes Deckglas befestigt. Beides zusammen ergibt die Zählkammer.
- b) In der Zählkammer werden zählbare Körperbestandteile (Blutzellen, Harnbestandteile, Spermien) gezählt.
- c) Die „Tiefe“ bezeichnet den Abstand zwischen Kammerboden und Deckglas (s. S. 47 im Buch, Abb. 3). Die Flächenangabe (z. B. 0,0025 mm², S. 47 im Buch, Abb. 4) bezeichnet die Fläche eines Kleinstquadrates.

Kapitel 3.7, S. 74–80

Aufgabe 1

Gegenstand	Entsorgungs- und Reinigungsweg
Lanzetten	In bruchsicherem, verschlossenen Behälter in den Restmüll
Einmalurinbecher	Verschlossen verpackt in den Restmüll
Einmalhandschuhe	Verschlossen verpackt in den Restmüll

Neubauer-Zählkammer	Desinfizieren, reinigen, trocknen
Arbeitsfläche	Desinfizieren, reinigen
Eintauchnährböden	Desinfizieren oder autoklavieren, verschlossen verpackt in den Restmüll

Aufgabe 2

- a) Desinfektion
 b) Sterilisation
 c) Desinfektion
 d) Desinfektion
 e) Desinfektion
 f) Sterilisation
 g) Desinfektion

Aufgabe 3

- a) Falsch: Schutzkleidung muss von sonstiger Kleidung getrennt aufbewahrt werden.
- b) Falsch: Die Erste-Hilfe-Station muss im Notfall leicht zu erreichen und benutzbar sein.
- c) Falsch: Lebensmittel im Laborkühlschrank zu lagern ist strengstens untersagt.
- d) Falsch: Giftige Chemikalien immer unterhalb der Augenhöhe verschlossen, besonders gesichert und richtig beschriftet lagern.

Aufgabe 4

Der Autoklav arbeitet materialschonender, schneller und ist vielseitiger einsetzbar. Der Sterilisationsprozess ist überprüfbar.

Aufgabe 5

Die zuständige Berufsgenossenschaft.

Adresse:

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege
 Pappelallee 35–37
 22089 Hamburg

Aufgabe 6

Im Hygieneplan ist vermerkt, wer, wann, was, wie, womit, wie häufig zu reinigen, zu desinfizieren sowie zu sterilisieren hat.

Aufgabe 7

Bei der Desinfektion werden nur die pathogenen Keime abgetötet, bei der Sterilisation alle Keime einschließlich der Dauerformen. Desinfektion führt zur Keimarmut und Sterilisation zu Keimfreiheit.

Aufgabe 8

Der Arbeitsablauf von der unreinen (am Patienten eingesetzte Medizinprodukte) zur reinen (zur Anwendung am Patienten einsatzfähige Medizinprodukte) Seite umschließt alle Maßnahmen zur Aufbereitung von Medizinprodukten. Dieser „Kreislauf“ wird nur durch die Anwendung der Medizinprodukte am Patienten unterbrochen bzw. nach der Anwendung wieder neu gestartet. Wichtig ist, dass kein Teilbereich der Aufbereitung ausgelassen bzw. die vorgegebenen Handlungsschritte in der gesetzlich vorgeschriebenen Reihenfolge erfolgen.

Aufgabe 9

Der Schutz vor Infektionen wird erreicht durch das Tragen von Mundschutz, Arbeitskleidung und Handschuhen sowie durch das Einhalten der in der Unfallverhütungsvorschrift (UVV) vorgeschriebenen Maßnahmen wie z. B. Impfungen.

Aufgabe 10

Risiko-gruppe	Beschreibung	Beispiele
Un-kritisch	Medizinprodukte, die lediglich mit intakter Haut in Berührung kommen.	Stetho-skop
Semi-kritisch	Medizinprodukte, die mit Schleimhaut oder krankhaft veränderter Haut in Berührung kommen.	Ohr-trichter
Kritisch	Medizinprodukte zur Anwendung von Blut, Blutprodukten und sterilen Arzneimitteln.	Chir-urgische Pinzette
	Medizinprodukte, die die Haut oder Schleimhaut durchdringen und dabei in Kontakt mit Blut, inneren Geweben oder Organen kommen, einschließ-lich Wunden.	MIC Trokar

Aufgabe 11

Fehler	Auswirkung	Korrektes Verhalten
Fehlende vor-schriftsmäßige Schutzkleidung	Kontamination des weißen Kittels	Flüssigkeits-dichte Schürze
Pinzette mit Leitungswasser abspülen	Verspritzen der Keime	Vorreinigung mit desinfek-tionsmittelge-tränktem Tuch
Schüssel als Instrumenten-bad	Verdunsten des Desinfektions-mittels	Instrumenten-bad mit Deckel verwenden
Warmes Wasser zum Ansetzen des Instrumen-tenbades	Verdampfen des Alkohols	Kaltes Wasser vorlegen
Keine genaue Wassermenge	Vorgeschrie-bene Konzen-tration stimmt nicht	Wasser- und Konzentrat-mengen zum Ansetzen genau einhalten
Zugabe von All-zweckreiniger	Wirkung nicht vorhersehbar	Herstelleranga-ben befolgen
Instrument in Nierenschale gesammelt	Antrocknen der Verunreinigun-gen	Instrumente sofort nach Gebrauch in ein Instrumenten-bad legen

Aufgabe 12

Chargennummer, Datum der Sterilisation, Verwendbarkeitsdauer, Kürzel oder Personalnummer der verantwortlichen Person

Aufgabe 13

Nach der erfolgten Sterilisation muss von einer autorisierten Person das Sterilisiergut daraufhin begutachtet werden, ob die Verpackung unver-sehrt ist, die Kennzeichnung korrekt ist und der Sterilisationsprozess erfolgreich war.

Aufgabe 14

Der Autoklav der Klasse B ist am universellsten ein-satzbar für alle in der Praxis vorhandenen Geräte.

Aufgabe 15

Handlungsschritt	Wichtige Hinweise
Sachgerechtes Vorbereiten	Vorbehandeln, Zerlegen in Einzelteile usw.
Reinigung, Desinfektion, Spülung, Trocknung	Einhalten der entsprechenden Hygienevorschriften, wie z.B. Einwirkzeit einer bestimmten Desinfektionslösung
Sterilisation	Einhalten der entsprechenden Vorschriften von RKI, MPBetreibV wie z. B. Verpackung, Kennzeichnung, Validierung
Freigabe und Dokumentation	z. B. Freigabeprotokoll, Aufbewahrungsfristen

Aufgabe 16

In den Empfehlungen des Robert-Koch-Institutes und in den Schriften der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege: BGR 250/TRBA 250 (Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen), BGR 206 (Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst), BGR 189 (Einsatz von Schutzkleidung), BGV A1 (Unfallverhütungsvorschrift)

Aufgabe 17

- ① PATHOGEN
 - ② VERAETZUNG
 - ③ STERILISATION
 - ④ INFEKTION
 - ⑤ DESINFEKTION
 - ⑥ HYGIENEPLAN
 - ⑦ HEPATITIS
 - ⑧ VAKUUM
- Lösungswort: Autoklav

Aufgabe 18

- a) Eine Berufskrankheit ist eine Erkrankung, die man sich bei oder durch die Berufstätigkeit zuzieht. Sie muss in der Berufskrankheitenverordnung aufgeführt sein.
- b) Hepatitis B und C, Dermatosen, Allergien.
- c) Jeder Arzt darf die Erstversorgung eines Arbeitsunfallpatienten vornehmen. Die weitere Behandlung ist den Durchgangsarzten (D-Ärzten) oder den Ärzten, die über eine Genehmigung der Berufsgenossenschaften verfügen, vorbehalten.

- d) Die Kosten der Behandlung trägt die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege.
- e) Die Unfallkasse des jeweiligen Bundeslandes.

Aufgabe 19

Global Harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien

Aufgabe 20

- Name der Chemikalie: Methanol
- Name und Anschrift des Herstellers
- Gefahrensymbole: brandfördernd, gesundheitsschädlich, sehr giftig
- H-Sätze (Gefahrenhinweise): u.a. giftig bei Verschlucken, Hautkontakt, Einatmen
- P-Sätze (Sicherheitshinweise): u.a. Lagerung unter Verschluss, Schutzkleidung tragen, an einem gut belüfteten Ort lagern

Aufgabe 21

- a) Desinfektionsmittel (Konzentrat), Färbelösungen für Blutausstriche, Entwicklerflüssigkeiten
- b) Bei dieser Aufgabe sind unterschiedliche Antworten möglich! Je nach Produkt erfolgt die Kennzeichnung mit alten oder neuen Gefahrensymbolen!

Haushaltschemikalie Name/Bezeichnung	Gefahrensymbol	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise
WC-Reiniger	reizend	Reizt Augen und Haut	Darf nicht in die Hand von Kindern gelangen
Aceton	leicht entzündbar	Von Zündquellen fernhalten	Außer Reichweite von Kindern aufbewahren
Entkalker	reizend	Reizt die Augen und die Haut	Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden

Kapitel 4.6, S. 118–127

Aufgabe 1

- Bei einer semiquantitativen Laboruntersuchung wird die ungefähre Menge des Stoffes bestimmt.
- Beispiel: Teststreifenuntersuchung auf Glukose im Harn.

Aufgabe 2

- Fall 1**
- Es muss ein Abstrich von der Rachenschleimhaut gemacht und ins Fremdlabor geschickt werden.
 - Rachenabstrichmaterial
 - Mit einem sterilen Abstrichupfer wird das Material entnommen und in ein steriles Röhrchen gegeben. Patient darf kurz vorher nichts gegessen, getrunken oder gegurgelt haben.

Fall 2 Blutzuckerbestimmung

- Die Patientin muss befragt werden, ob sie noch nüchtern ist und darüber informiert werden, dass am Finger Blut entnommen werden muss, das in ein speziell für die Bestimmung des Blutzuckers präpariertes Röhrchen gegeben wird. Daraus wird der momentane Blutzuckerwert des Blutes bestimmt.
- 20 µL Kapillarblut
- Kapillarblut wird in eine End-to-end-Kapillare aufgezogen, diese außen abwischt und in das Röhrchen mit der Hämolyselösung gegeben. Röhrcheninhalt sofort intensiv mischen.

HbA1c

- Die Patientin muss befragt werden, ob sie noch nüchtern ist und darüber informiert werden, dass ein weiteres Röhrchen mit Venenblut entnommen werden muss, aus dem der Wert bestimmt wird, der auf die Höhe des Blutzuckers in den vergangenen Wochen schließen lässt.
- Ca. 2 mL frisches EDTA-Blut
- Mischungsverhältnis von Blut und Antikoagulum muss exakt eingehalten werden und das Röhrchen muss nach der Blutentnahme sofort gemischt werden.

Glukoseverlust pro Tag

- Der erste Morgenurin wird verworfen und die Uhrzeit notiert. Anschließend wird jede folgende Urinprobe in einem sauberen Gefäß aufgefangen, ins Sammelgefäß gegeben und mit dem darin befindlichen Konservierungsmittel gemischt. Der Morgenurin des nächsten Tages, zu der am Vortag notierten Zeit, ist der letzte aufgefangene Urin. Die Dauer der Sammelperiode und die Gesamtmenge des gesammelten Urins werden notiert und eine gemischte Teilmenge des Sammelurins zur Untersuchung ins Labor gebracht.
- Ca. 20 mL Teilmenge des 24 Stunden gesammelten Urins
- Da der Patient die Probengewinnung selbst durchführt, muss er genau instruiert werden, (siehe a).

Aufgabe 3

Zur Serumgewinnung: Entnahme von Vollblut. Ca. 30 Minuten abwarten bis die Gerinnung abgeschlossen ist, bevor zentrifugiert wird.

Zur Plasmagewinnung: Vollblut und Antikoagulans, um die Spontangerinnung zu verhindern. Das Blut kann sofort nach der Blutentnahme zentrifugiert werden.

Aufgabe 4

Die am Nomogramm abgelesene Drehzahl beträgt ca. 4500 U/min., über die Formel berechnet 4588 U/min.

Aufgabe 5

Buchstabe	Aussage	Buchstabe	Aussage
A	Fibrinogen	F	Blutkuchen
D	Plasma	E	gelblich, klar
D	gelblich, trüb	E	Serum
B	Fibrinfasern	C	feste Bestandteile

Aufgabe 6

Weil sie Rückschlüsse auf bestimmte Erkrankungen geben (ikterisch: Lebererkrankungen, lipämisch: Fettstoffwechselstörungen), auf technische Schwierigkeiten bei der Probengewinnung hinweisen (Hämolyse) oder darauf, dass der Patient bei der Probennahme nicht nüchtern war (Lipämie).

Aufgabe 7

- a) ● Hände und Genitalbereich sorgfältig reinigen
- Urinauffanggefäß innen nicht berühren
 - Ersten Harnstrahl in die Toilette werfen
 - Zweiten Harnstrahl ohne Unterbrechung des Harnflusses im Uringefäß auffangen
 - Rest in Toilette werfen

b)

	Mögliche Untersuchungen	Besonderheiten bei der Gewinnung
a)	Teststreifenuntersuchung	Nur mittleren Harnstrahl verwenden
b)	Bakteriologische Untersuchung	Sterile Vorgehensweise bei der Harngewinnung und steriles Auffanggefäß
c)	Bakteriologische Untersuchung u. a.	Darf nur vom Arzt gewonnen werden
d)	Schwangerschaftstest	Erster Harn nach der Nachtruhe
e)	Teststreifenuntersuchung, z. B. auf Glukose im Harn	Unabhängig von der Tageszeit, keine spezielle Vorgehensweise bei der Gewinnung
f)	Quantitative klinisch-chemische Analysen, z. B. auf Glukoseverlust pro Tag	Harnsammlung über 24 h, Messung der Gesamtmenge, Untersuchung einer gemischten Teilmenge

Aufgabe 8

- a) **Blutbild:** Röhrchen mit roter Kappe und EDTA
BSG: Röhrchen mit lila Kappe und Natriumcitrat.
- b) Bei Zimmertemperatur
- c) Blutausstriche müssen zusätzlich angefertigt werden, da das Blut länger als 3 Stunden aufbewahrt werden muss.

Aufgabe 9

Standardisierte Bedingungen:

- Abnahmezeitpunkt zwischen 7 und 9 Uhr
- Nüchtern (je nach angeordneter Untersuchung)
- Immer an der gleichen Abnahmestelle (z.B. Fingerbeere oder Vene)
- Nach fünfminütigem Ausruhen immer in der selben Körperlage (sitzend oder liegend)

Aufgabe 10

- a) Verpackung: Primärgefäß für das Serum, aufsaugendes Material, bruchsicheres Schutzgefäß, Versandhülle oder -box nach Versandvorschrift P 650 „light“

Kennzeichnung:

Freigestellte medizinische Probe

- b) Verpackung: Primärgefäß für das Sputum, aufsaugendes Material, bruchsicheres Schutzgefäß, Versandhülle oder -box nach Versandvorschrift P 650

Kennzeichnung:

BIOLOGISCHER STOFF KATEGORIE B,
 BIOLOGICAL SUBSTANCE, CATEGORY B
 Raute mit Bezeichnung UN 3373

- c) Verpackung: Primärgefäß für das Gewebe, aufsaugendes Material, bruchsicheres Schutzgefäß, Versandhülle oder -box nach Versandvorschrift P 650 „light“

Kennzeichnung:

Freigestellte medizinische Probe,
 EXEMPT HUMAN SPECIMEN

Aufgabe 11

Zufällige Messabweichungen werden durch mehr oder weniger sorgfältiges Arbeiten verursacht und können nicht vollkommen vermieden werden. Systematische Messabweichungen können vermieden werden. Sie sind z.B. auf falsch eingestellte Messgeräte zurückzuführen. Die Werte der gesamten Analysenserie sind dann zu hoch oder zu niedrig.

Aufgabe 12

Präzision schlecht, Richtigkeit gut.

Aufgabe 13

- a) An jedem Tag, an dem Hämoglobinbestimmungen durchgeführt werden, werden auch Kontrollen abwechselnd in unterschiedlichen Konzentrationsbereichen analysiert. Liegen die Werte der Kontrollen im erlaubten Bereich der Richtlinie der Bundesärztekammer, kann man davon ausgehen, dass auch die Werte der Patienten stimmen. Außerdem wird die Qualität der Hämoglobinbestimmungen alle drei Monate von einem Institut außerhalb der Praxis überprüft.
- b) Gerätekontrolle: benutzungstäglich. Richtigkeitskontrolle: Einmal in der Woche, in der Patientenproben untersucht werden, mit Kontrollserum abwechselnd in unterschiedlichen Konzentrationsbereichen. Die relative Abweichung der Kontrollprobenmesswerte vom vorgegebenen Zielwert darf den erlaubten Bereich laut Spalte 3 der Tabelle B 1 a der RiliBÄK nicht überschreiten. Beide Kontrollen müssen dokumentiert und fünf Jahre aufbewahrt werden.

Aufgabe 14

- a) Da in einer diabetologischen Praxis Blutzuckerkonzentrationen innerhalb und außerhalb des Referenzbereiches ermittelt werden, müssen auch beide Bereiche durch Kontrollen abgesichert werden.
- b)

Dokumentationsbogen zur Qualitätssicherung

Labor: *Praxis Dr. Wiensch* Messgerät: *Gluko x* Seriennr. *82234623* Messmethode: *elektrochemisch*

Messgröße: *Glukose* Einheit: *mg/dL* Probenmaterial: *Vollblut*

Kontrollprobe: *Kontrolllösung 2* Charge: *235432* Hersteller: *Fa. Kontrolytix*

Zielwert: *281 mg/dL* Bereich(Hersteller): *249 mg/dL bis 311 mg/dL*

Vorgaben der RiliBÄK, Spalte 3, Tab. B1 a: 11 %

Datum	Uhrzeit	Kontrollprobenmesswert mg/dL	Zielwert der Kontrollprobe mg/dL	Absolute Abweichung mg/dL	Relative Abweichung %	Freigabe	Name/Unterschrift des Untersuchers
<i>heute</i>	<i>jetzt</i>	<i>302</i>	<i>281</i>	<i>21</i>	<i>7,5</i>	<i>ja</i>	<i>Unterschrift</i>

Aufgabe 15

Die interne Qualitätssicherung erfolgt durch Kontrollprobeneinzelmessungen innerhalb des Praxislabors mit Kontrollen, deren Messwerte bekannt sind. Bei der externen Qualitätssicherung werden einmal pro Quartal von einem Institut zugesandte Kontrollen, deren Werte nur dem Ringversuchsleiter bekannt sind, analysiert.

Aufgabe 16

Ausgenommen von der Ringversuchspflicht sind Praxen niedergelassener Ärzte, medizinische Dienste ohne Zentrallabor sowie Krankenhäuser, wenn das Zentrallabor die Verantwortung für die Durchführung der internen Qualitätssicherung trägt und die Messgröße selbst bestimmt.

Aufgabe 17

- Die Teilnehmer am Ringversuch bekommen zu diesen angekündigten Terminen zwei Kontrollproben zugesandt.
- Die Zielwerte sind nur dem Ringversuchsleiter bekannt.
- Die Kontrollproben werden genau nach Vorschrift aufgelöst.
- Die ringversuchspflichtigen Messgrößen werden mit den routinemäßig angewandten Analysemethoden bestimmt.

- Die Ergebnisse werden unter Angabe der Methode und der für die Bestimmung verwendeten Geräte in ein dafür vorgesehenes Formular eingetragen.
- Das Formular wird vom Untersucher sowie dem Laborleiter unterschrieben und an den Ringversuchsleiter geschickt.
- Nach Auswertung der Ergebnisse erhalten die Teilnehmer ein Zertifikat, wenn die betreffenden Messgrößen im Kontrollbereich liegen.
- Das Zertifikat ist 6 Monate gültig.
- Für die Messwerte, für die kein Zertifikat erteilt wurde, muss die Ursache für die Unrichtigkeit des Ergebnisses abgeklärt werden.

Aufgabe 18

- Weil sie gesetzlich vorgeschrieben sind und um die Genauigkeit und Richtigkeit der ermittelten Laborergebnisse überprüfen zu lassen.
- Dann darf die Untersuchung nicht bei der Kassenärztlichen Vereinigung abgerechnet werden.
- Stichprobenartige Kontrollen erfolgen von Seiten der Eichbehörde und der kassenärztlichen Vereinigung.

Aufgabe 19

	Störfaktoren	Auswirkung
a)	Ungenügende Information	Diätfehler, Medikamente nicht abgesetzt, körperliche Anstrengung vor der Probengewinnung
b)	Unterschiedliche Bedingungen bei Probengewinnung, z. B. wechselnde Körperlage	Ergebnisse von Erst- und Nachuntersuchung derselben Messgröße sind nicht vergleichbar
	Fehlerhafte Entnahmetechnik	z. B. Hämolyse
	Falscher Entnahmezitpunkt	Keine Vergleichbarkeit von Messgrößen, die tageszeitlichen Schwankungen unterliegen
	Falsches Mischungsverhältnis von Zusätzen und Probenmaterial	Unplausible Werte

c)	Falsche Lagerung hinsichtlich Temperatur und Dauer bzw. falsches oder kein Konservierungsmittel	Probenmaterial wird unbrauchbar, Untersuchung kann nicht durchgeführt werden oder erbringt unplausible Werte
d)	Ungeeignetes Versandmaterial	Probenmaterial verändert sich, läuft aus oder gefährdet andere, wenn es infektiös ist

Aufgabe 20

- Ernährungsgewohnheiten (Nahrungs- und Genussmittel)
- Körpergewicht
- körperliche Aktivität
- Höhenlage des Wohnorts
- Tagesrhythmus
- Medikamente
- operative Eingriffe
- Strahlenbehandlung
- längere Bettruhe
- z. B. Geschlecht
- ethnische Zugehörigkeit

Aufgabe 21

- ① SAMMELHARN
- ② STUHL
- ③ KAPILLARBLUT
- ④ GENUSSMITTEL
- ⑤ RACHENABSTRICH
- ⑥ VOLLBLUT
- ⑦ HAEMOLYSE
- ⑧ KOERPERLAGE
- ⑨ SERUM
- ⑩ PUNKTAT
- ⑪ PLASMA
- ⑫ GERINNING
- ⑬ EDTA
- ⑭ KENNZEICHNUNG
- ⑮ MORGENS
- ⑯ LIPAEMISCH
- ⑰ CITRAT
- ⑱ BILIRUBIN
- ⑲ WURMEIER
- ⑳ PAUSE

Lösung senkrecht: Alles verstanden. Prima!

Kapitel 5.5, S. 156–163

Aufgabe 1

- Teststreifen, Dokumentationsschema, Stoppuhr, frischer Mittelstrahlurin
- Mikroskop, spitze Zentrifugenröhrchen, Zentrifuge, Objektträger, ungeschliffene Deckgläser, frischer Mittelstrahlurin
- Eintauchnährmedium, frischer Morgenurin als Mittelstrahl- oder Katheterurin (evtl. als Blasenpunktionurin) gewonnen, keimfreies Filterpapier, Brutschrank, Autoklav oder Desinfektionslösung, Stift zum Beschriften

Aufgabe 2

Probe 1: Verdacht auf Polyurie (Farbe) und Ketonurie bei unbehandeltem Diabetes mellitus (Geruch).

Probe 2: Sehr stark konzentrierter Harn, Oligurie möglich, rötlicher Bodensatz deutet auf eine Erythrozytenausscheidung oder Urate hin.

Probe 3: Weißliche Trübung durch Leukozyten oder starke Bakteriurie. Auf bakterielle Zersetzung und zugrunde gegangene Leukozyten weist auch der Geruch hin.

Aufgabe 3

Um unnötige Untersuchungen zu vermeiden.

Aufgabe 4

Da der Urin trüb ist und übel riecht → Teststreifenuntersuchung durchführen. Wenn Leukozyten, Erythrozyten, Eiweiß oder Nitrit pathologisch sind → Harnsediment untersuchen. Bei positivem Nitrittest und Bakterien im Urin → Keimzahlbestimmung durchführen. Wenn Eiweiß negativ ist, müsste der immunologische Test auf Mikroalbuminurie durchgeführt werden. Bei vorliegendem Harnwegsinfekt ist die Aussagefähigkeit bei diesem Test eingeschränkt.

Aufgabe 5

- Frischen, aufgeschütteten Mittelstrahlurin verwenden
- Teststreifen nur kurz in den Harn tauchen
- Überschüssigen Harn seitlich abstreifen
- Ablesezeit einhalten
- Farbvergleich bei guter Beleuchtung durchführen

Aufgabe 6

- **Dichte** erniedrigt, Verdacht auf Polyurie
 - **pH-Wert:** normal
 - **Glukose** erhöht, Verdacht auf Diabetes mellitus
 - **Ketonkörper** erhöht, Verdacht auf gestörten Fettstoffwechsel z.B. bei entgleistem Diabetes mellitus
- **Leukozyten** vermehrt, Verdacht auf Entzündung der Nieren oder ableitenden Harnwege
 - **Nitrit** vorhanden, indirekter Nachweis von nitritbildenden Bakterien
 - **pH-Wert** erhöht, Urin durch ammoniakbildende Bakterien zersetzt
 - **Eiweiß** erhöht, Verdacht auf Nierenerkrankung/-entzündung
 - **Blut** erhöht, die Erythrozyten deuten ebenfalls auf eine massive Entzündung hin
- Beide Werte erhöht, Verdacht auf Leber- oder Gallenwegserkrankung

Aufgabe 7

Bei einem entgleisten Kohlenhydratstoffwechsel infolge Diabetes mellitus kommt es zu einem vermehrten Fettabbau. Dabei fallen vermehrt Ketonkörper an, die zu einer stoffwechselbedingten Übersäuerung (metabolischen Azidose) des Organismus führen.

Aufgabe 8

Makrohämaturie

Aufgabe 9

- Durch Lichteinwirkung oder formalinhaltige Harnkonservierungsmittel
- Ebenfalls Lichteinwirkung, Vitamin C, erhöhte Nitritwerte
- Kein Morgenurin und dadurch zu kurze Verweildauer des Harns in der Blase, gemüsefreie Ernährung, Nitritabbau durch langes Stehenlassen des Harns vor der Untersuchung

Aufgabe 10

Immer im verschlossenen Originalgefäß aufbewahren; trocken, nicht über das Verfallsdatum hinaus lagern

Aufgabe 11

- Glukoseausscheidung im Harn
- Als Nierenschwelle wird die Blutzuckerkonzentration bezeichnet, ab der der Zucker nicht mehr rückresorbiert werden kann und deshalb über die Nieren ausgeschieden wird.
- Proteinurie bedeutet Eiweißausscheidung im Harn.
- Ausscheidung von Hämoglobin aus zerstörten Erythrozyten im Harn

Aufgabe 12

Innerhalb von 2 Stunden

Aufgabe 13

- Bakterienwachstum, pH-Wert wird alkalisch, Abbau zellulärer Bestandteile
- Salze fallen aus

Aufgabe 14

Bei zu hochtourigem Zentrifugieren gehen Bestandteile kaputt, bei zu niedertourigem setzen sich zu wenig Bestandteile ab.

Aufgabe 15

Nur bei optimaler Lichtführung und optimaler Kontrasteinstellung (abgeblendet) können die Bestandteile des ungefärbten Präparats beurteilt werden.

Aufgabe 16

Wenn der Teststreifenbefund auf Eiweiß negativ war, ist anzunehmen, dass auch kein Eiweiß in Form von Zylindern im Harn zu finden ist, da Zylinder aus Eiweiß bestehen.

Aufgabe 17

Fehlerhaftes Verhalten	Richtiges Verhalten
Harn wurde nicht gemischt.	Harn vor dem Abfüllen mischen.
Harnmenge war zu groß.	10 mL Harn verwenden.
Gegengewicht war nicht gleich voll.	Zentrifuge richtig austarieren. Röhrchen, die sich gegenüberstehen, müssen gleich voll sein.
Zentrifugationszeit war zu lang.	5 Minuten lang zentrifugieren.
Überstand wurde etappenweise abgegossen.	Überstand in einem Zug abgießen.
Verbliebener Rest im Zentrifugenröhrchen ist zu groß.	Es darf nur noch das Sediment drin sein. Der an der Röhrchenwand verbleibende Restharn reicht zum Resuspendieren.
Sediment lässt sich nicht aufschütteln (weil zu lange zentrifugiert).	Nur 5 Minuten zentrifugieren.
Überstand wurde anstatt Sediment verwendet.	Richtig resuspendiertes Sediment verwenden.
Einen winzigen Tropfen verwendet.	Fläche unter dem Deckglas muss bedeckt sein.
An der Kondensorblende aufgeblendet.	Kondensorblende abblenden, da es sich um ein ungefärbtes Präparat handelt.
5-minütiges Suchen nach Sedimentbestandteilen.	Beurteilung richtet sich nicht nach der Zeit. Es müssen 10 bis 15 Blickfelder beurteilt werden.

Aufgabe 18

Fall 1

	Menge / Name	n / p	Mögliche Ursache
①	massenhaft Erythrozyten	p	Nierenstein, Tumor, Menstruation,
②	reichlich Kalziumoxalate	p	im Zusammenhang mit den Symptomen: Verdacht auf Nierenstein
③	1 Leukozyt	n	-

Fall 2

	Menge / Name	n / p	Mögliche Ursache
①	Harnsäure (rosettenförmig)	n	hochkonzentrierter Harn nach Fieber
②	Harnsäure (tonnenförmig)	n	
③	Harnsäure (rhombenförmig)	n	
④	3 hyaline Zylinder	p	Fieber

Fall 3

	Menge / Name	n / p	Mögliche Ursache
①	8 Leukozyten	p	Entzündung der Harnwege
②	vermehrt Hefezellen	p	Pilzinfektion
③	1 Erythrozyt	n	–
④	reichlich stäbchenförmige Bakterien	p	Verdacht auf bakteriellen Harnwegsinfekt

Fall 4

	Menge / Name	n / p	Mögliche Ursache
①	2 Nierenepithelien	p	Nierenentzündung
②	1 Epithelzylinder	p	Tubulusschädigung der Nieren
③	1 Leukozytenzylinder	p	eitrige Nierenentzündung
④	1 Übergangsepithel	p	akute und chronische Nierenentzündung
⑤	reichlich kugelförmige z. T. kettenförmig angeordnete Bakterien	p	Verdacht auf bakteriellen Harnwegsinfekt

Fall 5

	Menge / Name	n / p	Mögliche Ursache
①	7 Leukozyten	p	Entzündung der Harnwege
②	1 Erythrozyt	n	–
③	3 Plattenepithelien	n	–
④	mehrere Tripelphosphate	n p	– bei Harnwegsinfektionen
⑤	reichlich stäbchenförmige Bakterien	p	Verdacht auf bakteriellen Harnwegsinfekt
⑥	vereinzelt Ammonurat	n p	– bei Harnwegsinfektionen

Zusatzuntersuchung: Keimzahlbestimmung

Fall 6

	Menge / Name	n / p	Mögliche Ursache
①	3 Leukozyten	n	
②	1 Nierenepithel	p	Nierenentzündung, toxische Schädigung der Niere oder Viruserkrankung (Hepatitis?)
③	1 ganulierter Zylinder	p	
④	2 Fettkörnchenzellen	p	

Aufgabe 19

Bakterienbelag übersehen, da er flächendeckend ist (ab 10^7 Keime/ml) oder wegen Verhinderung des Bakterienwachstums durch antibakterielle Stoffe im Urin, z.B. Medikamente oder Desinfektionsmittel. Nährboden waren falsch gelagert. Inkubationszeit war zu kurz und Inkubationstemperatur zu niedrig.

Aufgabe 20

- Gesamtkeimzahl:** weniger als 1000 (10^3) CFU/mL Harn
- Hemmstofftest:** positiv
- Entsprechend der niedrigen Gesamtkeimzahl liegt kein Harnwegsinfekt vor. Ohne die nachgewiesenen Hemmstoffe im Urin wäre die Gesamtkeimzahl jedoch vermutlich höher.
- Keimidentifizierung:** Es wird untersucht, um welches Bakterium es sich handelt.

Resistenzbestimmung: Es wird untersucht, gegen welche Antibiotika das Bakterium resistent ist und auf welches es empfindlich reagiert.

Aufgabe 21

Nährböden müssen autoklaviert, sterilisiert oder das Keimwachstum muss durch eine Desinfektionslösung unterbunden werden. Danach können sie zum Hausmüll gegeben werden.

Kapitel 6.10, S. 212–226

Aufgabe 1

Hämatologische Untersuchungen dienen zur Abklärung der Zusammensetzung des Blutes. Sie sind notwendig, um Blutkrankheiten festzustellen oder auszuschließen.

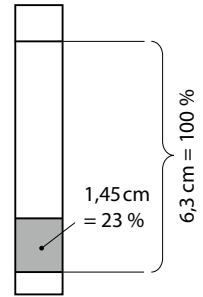
Aufgabe 2

Untersuchung	Aussage
Hk	Gibt den Anteil an roten Blutkörperchen im Verhältnis zum Gesamtblut an.
Hb	Gibt die Konzentration des roten Blutfarbstoffes an.
Ery	Gibt die Anzahl der roten Blutkörperchen an.
MCH	Gibt an, wie viel roter Blutfarbstoff im einzelnen roten Blutkörperchen ist.
MCV	Gibt an, wie groß ein rotes Blutkörperchen ist.
MCHC	Dient zur näheren Abgrenzung von verschiedenen Blutarmutarten.
Leuko	Gibt die Anzahl der weißen Blutkörperchen an.
Diff. BB	Gibt Auskunft über die verschiedenen Unterarten der weißen Blutkörperchen.

b) Die Zahl der weißen Blutkörperchen soll am nüchternen Patienten untersucht werden, da sie durch Nahrungsaufnahme erhöht sein kann.

Aufgabe 3

- a) Gesamtblutsäule = 6,3 cm = 100 %
 Erythrozytenanteil = 1,45 cm = $\frac{100 \% \cdot 1,45 \text{ cm}}{6,3 \text{ cm}} = 23 \%$
- b) Nein, der Hämatokritwert ist zu niedrig.
- c) Die Patientin könnte eine Anämie haben.



Aufgabe 4

- a) Probenmaterial (Kapillar- oder EDTA-Blut), Fotometer, Küvetten mit Reagenz, 10- μ L-Einmalkapillaren, Mikropipettierhelfer, Blutentnahmetensilien, Entsorgungsmaterialien
- b) Desinfektionsmittel 15 Sek. einwirken lassen, ersten Tropfen abwischen (Gewebeflüssigkeit), Einmalkapillare mittels Mikropipettierhelfer luftblasenfrei bis zur Markierung mit Blut füllen, Kapillare außen abwischen, Blut in das vorgelegte Reagenz der beschrifteten Küvette hineinspülen, Küvetteninhalt mischen, Reaktionszeit von 30 Sek. abwarten.
- c) Richtigen Test am Fotometer auswählen \rightarrow Hb-SLS, Leerwert- und Analysenküvette vor dem Einsetzen ins Fotometer von Fingerabdrücken abwischen.

Aufgabe 5

- a) Nein, der Unterschied ist zu groß.
- b) Zum Beispiel ungenaues Pipettieren, außen anhaftende Blutreste an einer Kapillaren nicht entfernt, der Fingerabdruck auf einer der Küvetten beim Ablesen am Fotometer.
- c) Die relative Abweichung vom Zielwert $\frac{12,6 \text{ g/dL} - 12,3 \text{ g/dL}}{12,3 \text{ g/dL}} \cdot 100$ beträgt 2,4%. Sie unterschreitet die erlaubte Abweichung von 4%.
 Der Patientenwert darf somit herausgegeben werden.

Aufgabe 6

- a) 1:10
- b) $140 \cdot 25 = 3500 / \mu\text{L} \rightarrow$ Leukopenie
- c) $148 \cdot 500 = 72000 / \mu\text{L} \rightarrow$ Thrombopenie

Aufgabe 7

Falsche Verdünnungslösung, die die Erythrozyten hämolysiert hat.

Aufgabe 8

- a) Die Kammer muss sauber und fettfrei sein. Das Deckglas muss so aufgebracht sein, dass die Newtonschen Ringe sichtbar sind.
 b) Die Kammer muss luftblasenfrei beschickt werden. Sie darf nicht überfüllt werden.

Aufgabe 9

Sie haben gelernt, dass alle Zellen innerhalb des Feldes und die, die den linken und den unteren Rand von innen oder außen berühren oder direkt darauf liegen, mitgezählt werden.

Aufgabe 10

- b) c) d) e) i)

Aufgabe 11

- a) Blut wird in Gowersche Lösung hineinpipetiert, die die Straffung der Erythrozyten zur Kugelform und gleichmäßige Verteilung in der Lösung bewirkt, sodass die Erythrozytensuspension ein rötlich-trübes Aussehen bekommt. Die Trübung dieser Suspension wird je nach Fotometer bei Wellenlängen zwischen 546 nm und 560 nm gemessen. Je intensiver die Trübung ist, umso höher ist der Erythrozytenwert.
 b) Die fotometrisch ermittelten Erythrozytenwerte hängen vom durchschnittlichen Volumen der Zellen ab. Aus diesem Grund dürfen die Ergebnisse nicht zur Berechnung des Erythrozytenmerkmals „MVC“ herangezogen werden.

Beurteilungskriterien	Hämoglobinbestimmung	Erythrozytenbestimmung
Fotometrisches Prinzip	Absorptionsfotometrische Farbmessung	Absorptionsfotometrische Trübungsmessung
Probenmaterialmenge	10 µL	10 µL
Verdünnungslösung	SLS-Reagenz	Gowersche Lösung
mögliche Ablesezeit	30 Sek. bis mehrere Stunden	3 Minuten bis 15 Minuten
Messwellenlänge	546 nm 560 nm	560 nm
Besonderheiten	Mischen vor dem Ablesen ist nicht erforderlich	Küvetteninhalt muss vor dem Ablesen am Fotometer noch einmal gemischt werden

Aufgabe 12

Patient 1

	Untersuchung	Berechnung / Ergebnis	↑ ↓ ✓	Fachbegriff
1.	Hb	9,0 g/dL	↓	} Anämie
2.	Ery	$299 \cdot 10000 = 2,99 \text{ Mio}/\mu\text{L}$	↓	
3.	MCH	$\frac{9,0 \text{ g/dL} \cdot 10}{2,99 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 30 \text{ pg}$	✓	normochrom
4.	MCV	$\frac{0,27 \text{ L/L} \cdot 1000}{2,99 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 90 \text{ fL}$	✓	normozytär
5.	MCHC	$\frac{9,0 \text{ g/dL}}{0,27 \text{ L/L}} = 33 \text{ g Hb}/100 \text{ mL}$	✓	-
Gesamtbefund: Normochrome, normozytäre Anämie				
Vermutete Ursache: Akuter Blutverlust				

Patient 2

	Untersuchung	Berechnung / Ergebnis	↑ ↓ ✓	Fachbegriff
1.	Hb	6,2 mmol/L	↓	} Anämie
2.	Ery	Mittelwert aus 248 und 252 = 250 $250 \cdot 10000 = 2,50 \text{ Mio}/\mu\text{L}$	↓	
3.	MCH	$\frac{6,2 \text{ mmol/L}}{2,50 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 2,5 \text{ fmol}$	↑	hyperchrom
4.	MCV	$\frac{30 \% \cdot 10}{2,50 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 120 \text{ fL}$	↑	makrozytär
5.	MCHC	$\frac{6,2 \text{ mmol/L} \approx 10,0 \text{ g/dL}}{10,0 \text{ g/dL} \cdot 100}$ 30% $= 33 \text{ g Hb}/100 \text{ mL}$ $33 \text{ g Hb}/100 \text{ mL} \cdot 0,6205 = 21 \text{ mmol Hb/L}$	✓	-
Gesamtbefund: Hyperchrome, makrozytäre Anämie				
Vermutete Ursache: Vitamin-B ₁₂ -Mangel				

Patientin 3

	Untersuchung	Berechnung / Ergebnis	↑ ↓ ✓	Fachbegriff
1.	Hb	7,2 g/dL 6,9 g/dL Mittelwert: 7,1 g/dL	↓	} Anämie
2.	Ery	$598 \cdot 5000 = 2,99 \text{ Mio}/\mu\text{L}$	↓	
3.	MCH	$\frac{7,1 \text{ g/dL} \cdot 10}{2,99 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 24 \text{ pg}$	↓	hypochrom
4.	MCV	$\frac{0,23 \text{ L/L} \cdot 1000}{2,99 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 77 \text{ fL}$	↓	mikrozytär
5.	MCHC	$\frac{7,1 \text{ g/dL}}{0,23 \text{ L/L}} = 31 \text{ g Hb}/100 \text{ mL}$	↓	–
Gesamtbefund: Hypochrome, mikrozytäre Anämie Vermutete Ursache: Eisenmangel				

Patient 4

	Untersuchung	Berechnung / Ergebnis	↑ ↓ ✓	Fachbegriff
1.	Hb	19,9 g/dL	↑	} Polyglobulie
2.	Ery	$602 \cdot 10.000 = 6,02 \text{ Mio}/\mu\text{L}$	↑	
3.	MCH	$\frac{19,9 \text{ g/dL} \cdot 10}{6,02 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 33 \text{ pg}$	✓	normochrom
4.	MCV	$\frac{57 \% \cdot 10}{6,02 \text{ Mio}/\mu\text{L}} = 95 \text{ fL}$	✓	normozytär
5.	MCHC	$\frac{19,9 \text{ g/dL} \cdot 100}{57 \%} = 33 \text{ g Hb}/100 \text{ mL}$	✓	–
Gesamtbefund: Polyglobie (normochrom und normozytär) Vermutete Ursache: Herz- und/oder Lungenerkrankung				

Aufgabe 13

Reihenfolge der eingefügten Begriffe: Zählung, Leukozyten, Unterarten, differenziert, Erythrozyten, Größe, Thrombozyten, Gestalt, Anzahl.

Aufgabe 14

Blutausstriche aus EDTA-Blut sollten spätestens nach drei Stunden angefertigt sein, sonst verändern sich die Zellen zu stark. EDTA-Blut soll bei Raumtemperatur aufbewahrt werden.

Aufgabe 15

a) Er sollte randfrei sein, damit die ganze Breite des Ausstriches durchmustert werden kann

und somit auch Zellen erfasst werden, die wegen ihrer Größe beim Ausstreichen an den Rand gedrängt werden (Randflucht).

b)

Fehlerhaftes Verhalten	Richtiges Verhalten
kein Rand, da Anfertigung mit Objektträger	geschliffenes Deckglas verwenden
zu große Blutmenge	einen kleinen Blutstropfen nehmen
Ausstrich zu dick	auf den richtigen Ausstrichwinkel achten
Lücken im Ausstrich	nur entfettete Objektträger verwenden
Stufen	in einem Zug ausstreichen
keine Bürste	Blutausstrich in einer Bürste auslaufen lassen
nicht beschriftet	Beschriftung mit Bleistift oder sonstige eindeutige Identitätssicherung

Aufgabe 16

- May-Grünwald-Lösung unverdünnt
- Giemsa-Lösung 1:20 verdünnt

Aufgabe 17

Bei der Pappenheimfärbung ist darauf zu achten, dass:

- die Färbezeiten eingehalten werden,
- die Giemsa-Lösung im richtigen Verhältnis verdünnt wurde,
- die Giemsa-Lösung nach dem Färben nicht abgekippt, sondern abgespült wird,
- die richtige Seite des Ausstriches gefärbt wird,
- die Unterseite des Ausstriches abgewischt wird, um Farbreste zu entfernen.

Aufgabe 18

Vorteile: kürzere Färbezeit, fertige Lösungen

Nachteile: Bei Färbezeitüberschreitung ist das Färbeergebnis schlecht zu beurteilen.

Bei Verschleppung der Farben und Nichteinhaltung der Eintauchhäufigkeit ist das Färbeergebnis schlecht zu beurteilen.

Aufgabe 19

- Blutausstrich mit der matten Seite nach oben auf dem Kreuztisch einspannen.

- Objektiv 10:1 in den Strahlengang drehen.
- Kondensator abblenden.
- Mit Grobtrieb Ebene suchen.
- Mit Feintrieb Objekt scharfstellen.
- Geeignete Stelle zum Differenzieren suchen.
- Immersionsöl auftragen.
- Objektiv 100:1 in Immersionsöl eintauchen.
- Mit dem Feintrieb scharfstellen und den Kontrast an der Kondensatorblende nachregeln.
- Am Rand beginnend, den Blutausstrich mäanderförmig durchmustern.
- 100 Leukozyten nach ihren Unterarten auswerten.
- In einem Differenzierungsschema notieren.
- Erythrozyten und Thrombozyten qualitativ beurteilen.

Aufgabe 20

Das Objektiv ist nicht richtig eingerastet.

Aufgabe 21

Die Kollegin hat den Blutausstrich vermutlich nicht mäanderförmig durchmustert, sondern parallel zur Längsrichtung. Dadurch wurden nur die kleinen Zellen, wie die Lymphozyten, erfasst und es kommt zu der Verminderung der Eosinophilen und der Monozyten.

Aufgabe 22

1. Lymphozyt (25 bis 40 %)
2. Basophiler Granulozyt (0 bis 1 %)
3. Eosinophiler Granulozyt (2 bis 4 %)
4. Segmentkerniger neutrophiler Granulozyt (50 bis 70 %)

Aufgabe 23

1. **Monozyt:** ca. 16 bis 20 µm große, vielgestaltige Zelle, mit einem stabförmigen, gebuchteten oder gelappten Kern von rotvioletter Farbe und aufgelockerter Struktur, schiefergraues bis taubenblaues Plasma, das z. T. ganz feine Azurbestäubung enthält.
2. **Stabkerniger neutrophiler Granulozyt:** Größe ca. 16 µm, stabförmiger, rotvioletter Kern mit knotig-dichter Kernstruktur, ganz feine rotviolette Granulation im rosa Plasma.

Aufgabe 24

Die reaktive Linksverschiebung ist eine normale Abwehrreaktion des Körpers bei fast allen Infektionskrankheiten mit einer vorübergehenden Vermehrung von jugendlichen und stabkernigen neutrophilen Granulozyten im Blut. Die pathologische Linksverschiebung kommt bei akuten und chronischen Leukämien vor. Dabei sind auch weitere noch unreifere Vorstufen der Granulozyten vermehrt.

Aufgabe 25

Als Rechtsverschiebung bezeichnet man das vermehrte Vorkommen von neutrophilen Granulozyten, deren Kern 5 und mehr Segmente aufweist. Sie kommt bei der perniziösen Anämie vor oder bei Störungen der Leukozytenneubildung.

Aufgabe 26

- a) Bei Virusinfektionen.
- b) Sie sind größer als normale Lymphozyten, fast so groß wie Monozyten, haben, ebenso wie diese, vielgestaltige Zellkerne und ein intensiv blaues Plasma, zum Teil mit Vakuolen.

Aufgabe 27

1. Neutrophilie Kampfphase c)
2. Monozytäre Abwehr- und Überwindungsphase b)
3. Lymphozytäre Heilphase a)

Aufgabe 28

- a) Starke Verminderung oder völliges Fehlen der neutrophilen Granulozyten, kommt bei schweren Knochenmarkschädigungen oder als Überempfindlichkeitsreaktion auf bestimmte Medikamente vor.
- b) Stark vergrößerte dunkelviolette Granulation in den neutrophilen Granulozyten kommt bei schweren bakteriellen Infekten sowie Knochenmarkschädigungen vor.
- c) Vermehrung der eosinophilen Granulozyten ist bei einigen Infektionskrankheiten, Allergien, Parasitenbefall oder Leukämien zu beobachten.

Aufgabe 29

- a) Großer, ovaler, stark hämoglobinhaltiger (hyperchromer) Erythrozyt
- b) Erhöhter MCV-Wert