

## 2 Präanalytik und Postanalytik

Die Zuverlässigkeit von Untersuchungsergebnissen und damit auch die von Laborbefunden hängt von verschiedenen Faktoren ab, die in Bild 11.1 dargestellt sind.

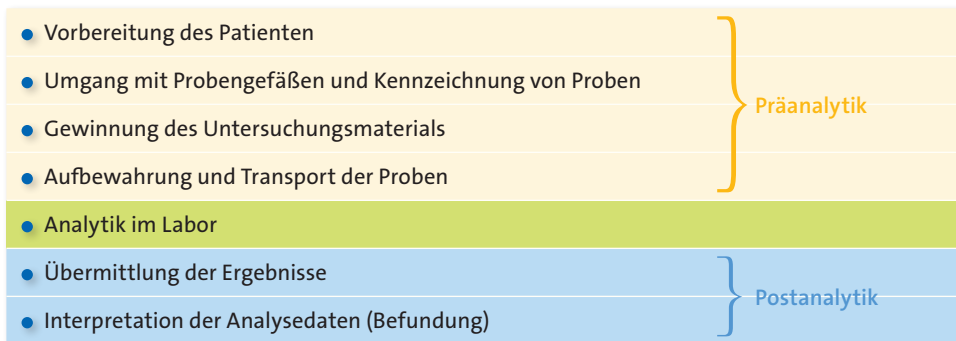


Bild 11.1 Faktoren der Prä- und Postanalytik.

### 2.1 Patienteninformation und Patientenvorbereitung

Der Patient soll rechtzeitig auf die geplanten Untersuchungen und die dazu notwendigen Vorbereitungen hingewiesen werden. Er muss z. B. wissen, ob er nüchtern (Nahrungskarenz) erscheinen muss, ob oder welche Medikamente er nehmen darf oder ob eine Diät einzuhalten ist.

Eine Nahrungskarenz ist unbedingt erforderlich z. B. bei der Bestimmung von

- Triglyzeriden,
- Cholesterin,
- Glucose und
- der Analyse des Gerinnungsstatus,

denn fettreiche Nahrung kann zu Veränderungen des Untersuchungsmaterials führen und damit zu fehlerhaften Laborergebnissen.

Viele Arzneimittel können eine Veränderung von Laborbefunden bewirken, z. B.

- orale Kontrazeptiva (Anti-Baby-Pille) oder
- ASS (Aspirin®).

Auch schwere körperliche Arbeit kann Auswirkungen auf die Laborbefunde haben, z. B. werden **Enzyme im Muskel** nachgewiesen.

**Karenz:** Verzicht, Enthaltbarkeit

Enzyme im Muskel  
▶ S. 54

### 2.2 Probenvorbereitung und Probenbehandlung

**Probenkennzeichnung.** Die Probenkennzeichnung (Kodierung/Beschriftung) erfolgt grundsätzlich vor der Probenentnahme.

Die Kennzeichnung der Röhren erfolgt entweder mit aufgeklebten Barcode-Etiketten (Bild 11.2) oder sie werden leserlich mit einem wasserfesten Stift beschriftet. Die Begleitformulare (Muster 10 und 10A) sind vollständig auszufüllen, dies gilt insbesondere auch für Verdachtsdiagnosen.



Bild 11.2 Blutröhrchen mit Barcode.

Muster 10 und 10A  
▶ S. 17



**Bild 24.1** Standard-Einreibemethode für die hygienische Händedesinfektion nach EN 1500.



**Bild 24.2** Eigenverantwortliche Einreibemethode.

Die Reihenfolge der Schritte der hygienischen Händedesinfektion ist nicht zwingend vorgeschrieben. Wichtig ist, dass sich keine Benetzungslücken ergeben (Bild 24.3). Deswegen sind bei der Durchführung die folgenden vier Punkte zu beachten:

- genügend Desinfektionsmittel aus einem Spender in die hohle Hand geben,
- das Mittel 30 Sekunden lang auf den Händen verreiben,
- Fingerkuppen, Daumenbereiche und Fingerzwischenräume nicht vergessen.



**Bild 24.3** Benetzungslücken bei falscher Händedesinfektion.

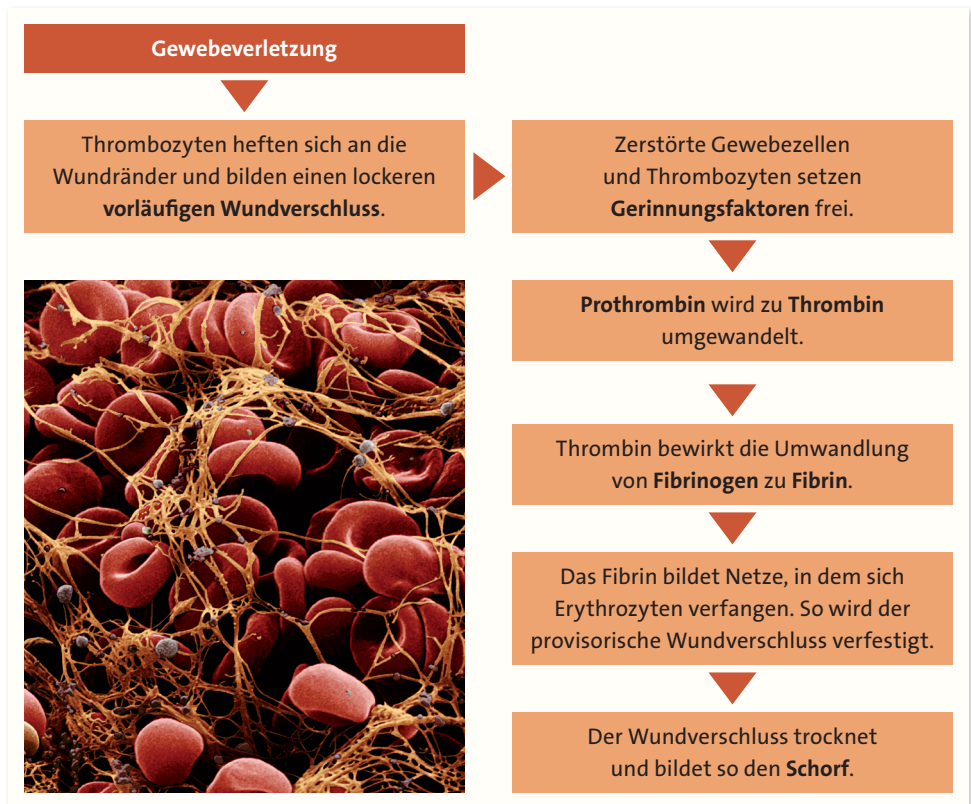


Bild 32.1 Ablauf der Blutgerinnung (vereinfacht).



Differenzialblutbild  
► S. 40

Normwerte /  
Normbereiche  
bei Blutunter-  
suchungen  
► S. 107ff.

**Anämie:** verringerte Erythrozytenkonzentration oder zu geringer Hämoglobingehalt der Erythrozyten

**EDTA:** Ethylen-Diamin-Tetra-Acetat (Essigsäure) verhindert die Blutgerinnung

## 2 Untersuchung des Blutbildes

**Kleines und großes Blutbild.** Zum kleinen Blutbild gehören folgende Untersuchungen:

- Bestimmung der Erythrozytenkonzentration,
- Bestimmung des Hämoglobinwertes,
- Bestimmung des Hämatokritwertes,
- Berechnung der Indices,
- Bestimmung der Thrombozytenkonzentration,
- Bestimmung der Leukozytenkonzentration.

Beim großen Blutbild werden die genannten Untersuchungen durchgeführt und zusätzlich noch das Differenzialblutbild ausgewertet.

### 2.1 Bestimmung der Erythrozytenkonzentration

Die Bestimmung der Erythrozytenkonzentration gibt einen diagnostischen Hinweis auf eine eventuell vorhandene Anämie.

Die Bestimmung erfolgt aus EDTA-Blut im Großlabor. In der Praxis kann sie mithilfe eines Fotometers oder mikroskopisch z.B. mithilfe vorgefertigter Einzeltests ermittelt werden.

**Normbereich:**

Frauen: 4,1 – 5,1/pl oder 4,1 Mio. – 5,1 Mio./ $\mu$ l oder 4,1 T/l – 5,1 T/l  
Männer: 4,5 – 5,9/pl oder 4,5 Mio. – 5,9 Mio./ $\mu$ l oder 4,5 T/l – 5,9 T/l

Übersicht der Einheiten ► S. 106

## 2.6 Bestimmung der Leukozytenkonzentration

Die Bestimmung der Leukozytenkonzentration ist unter anderem wichtig für die Diagnostik von Entzündungen, denn bei Entzündungen im Körper werden die weißen Blutkörperchen aktiv, z. B. um Bakterien zu phagozytieren. Der Arzt kann anhand der Werte

der Leukozytenkonzentration keine spezifische Diagnose stellen, aber zum Beispiel feststellen, dass im Körper ein entzündlicher Prozess abläuft. Für eine genaue Diagnose müssen weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden.

### Normbereich:

Erwachsene: 4–10/nl oder 4000/μl – 10000/μl oder 4 G – 10 G/l

Kinder: 4–17/nl oder 4000 – 17000/μl oder 4 G – 17 G/l (je nach Lebensalter)

Übersicht der Einheiten ► S. 106

**Abweichungen vom Normbereich.** Zu einer erniedrigten Leukozytenkonzentration kommt es z. B. bei

- Virusinfektionen,
- der Behandlung mit Zytostatika (Medikamente, die das Zellwachstum hemmen) oder Immunsuppressiva (Medikamente, die die Abwehrfunktion des Immunsystems unterdrücken).

Zu einer Erhöhung der Leukozytenkonzentration kommt es beispielsweise

- bei Leukämien,
- bakteriellen Infektionen,
- beim Herzinfarkt, aber auch
- während der Schwangerschaft.

Die mikroskopische Zählung der Leukozyten wird in frisch entnommenem Kapillarblut oder EDTA-Blut durchgeführt. Zu diesem Zweck muss das Blut z. B. mit 3%iger Essigsäure, Türk'scher Lösung oder LeukoCount®-Lösung verdünnt werden. Diese Reagenzien hämolysieren die Erythrozyten und verhindern eine Blutgerinnung. Türk'sche Lösung und LeukoCount-Lösung färben zusätzlich die Leukozyten an und heben sie so hervor.

Zur Auswertung benötigt man neben dem Mikroskop eine Zählkammer.

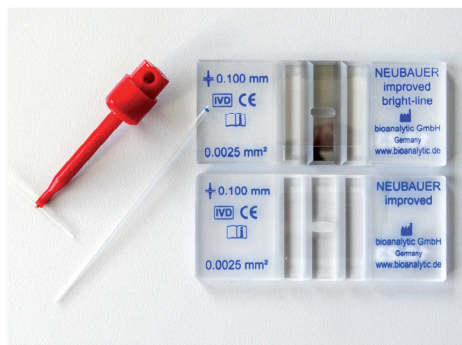
### 2.6.1 Zählkammern

Für die mikroskopische Zählung der Leukozyten wird die Neubauer-improved-Zählkammer verwendet. In der Humandiagnostik dürfen nur Zählkammern verwendet werden, die das IVD-Zeichen und das CE-Zeichen tragen (Bild 35.1).

Zählkammern bestehen aus Glas oder aus Kunststoff. In mittleren Bereich einer Zählkammer befinden sich drei Stege, dazwischen liegen Vertiefungen. Der mittlere Steg ist 0,1 mm tiefer als die beiden äußeren. In diesen Steg sind ein oder zwei Zählnetze eingefräst. Die äußeren Stege dienen zur Befestigung eines geschliffenen Deckgläschens (Bild 36.1).

Beim Befestigen des Deckgläschens entsteht aufgrund des Höhenunterschiedes der Stege über dem mittleren Steg ein winziger Hohlraum, der Zählkammerhöhe genannt wird. In diesen Hohlraum läuft das Blut-Reagenz-Gemisch aufgrund der Kapillarwirkung.

Bei Einwegzählkammern (Bild 28.1) ist das Deckglas bereits fest montiert.



**Bild 35.1** Neubauer-improved Zählkammern mit Pipettierhilfe.

### phagozytieren:

Vorgang der Phagozytose (gr.) – Fressen (Unschädlichmachen) von Zellen ► S. 43

### Leukozytopenie, Leukopenie:

Verminderung der Leukozytenkonzentration

### Leukozytose:

Erhöhung der Leukozytenkonzentration

**Leukämie:** bösartige Erkrankung des Blutes mit Erhöhung der Leukozytenkonzentration und Veränderung der Leukozyten (Blutkrebs)

**Türk'sche Lösung:** nach Wilhelm Türk, einem österreichischen Hämatologen; Kombination aus Essigsäure und Methylblau

**Otto Neubauer:** deutscher Internist

**Materialien.** Für die Punktion der Vene benötigt man:

- Hautdesinfektionsmittel,
- Blutentnahmeröhrchen,
- Safety-Kanülen, evtl. Butterfly-Kanülen (Bild 50.1) in der entsprechenden Kanülenstärke,
- evtl. Adapter,
- Stauschlauch oder Blutdruckmanschette,
- mehrere Tupfer,
- Pflaster,
- evtl. Polsterkeil,
- Abwurfbehälter, z. B. Kanülenbox,
- Schutzkleidung zum Eigenschutz.



**Bild 50.1**  
Butterflykanülen.



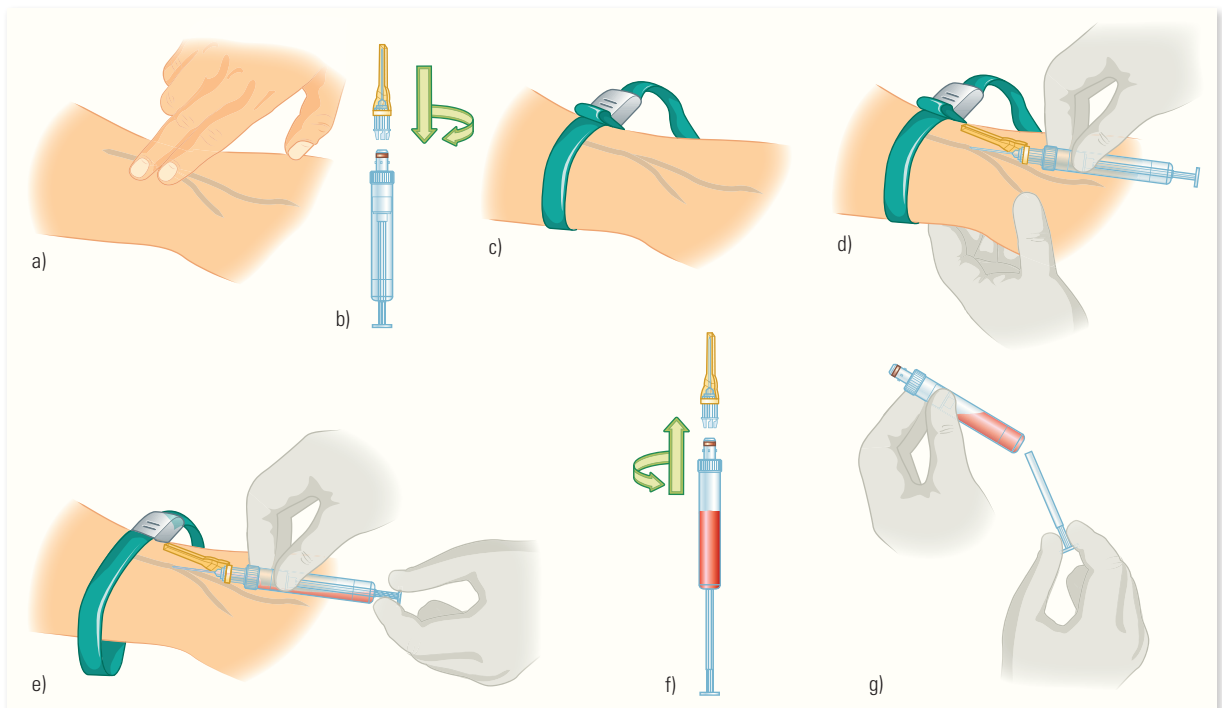
**Bild 50.2** Blutentnahmetablett (safety tray®).

Diese Materialien werden auf ein Blutentnahmetablett gelegt (Bild 50.2). Dadurch hat man alle Materialien für die Blutentnahme griffbereit, sie können nicht wegrutschen oder herunterfallen und man kann die Kanülen sofort nach der Entnahme vorschriftsgemäß entsorgen.

#### Durchführung mit dem Monovetten-System.

Die Blutentnahme nach dem Aspirationsprinzip wird so durchgeführt (Bild 50.3):

- Vene an der möglichen Einstichstelle ertasten (a). Die Einstichstelle desinfizieren, dabei auf die Einwirkzeit von mindestens 30 Sekunden achten. Soll Blut für eine Ethanol-Bestimmung abgenommen werden, darf die Haut nicht mit einem alkoholhaltigen Desinfektionsmittel desinfiziert werden.
- Sicherheitskanüle auf den Kanülenansatz schieben und mit einer kleinen Drehung im Uhrzeigersinn befestigen (arretieren) (b).
- Stauschlauch oder Blutdruckmanschette etwa eine Handbreit oberhalb der Einstichstelle anbringen (c). Beim Festziehen ein oder zwei Finger unterlegen, damit die Haut des Patienten nicht eingequetscht wird. Die Stauung sollte nicht länger als eine Minute anhalten.



**Bild 50.3** Venenpunktion mit dem Monovetten-System.

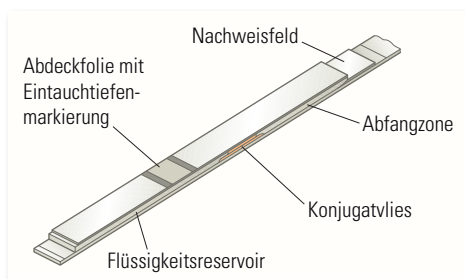
## 1.4 Nachweis von Mikroalbumin im Urin

Eine häufige Komplikation bei Diabetes mellitus, aber auch bei Hypertonie, ist eine Nephropathie, die durch Veränderung der Blutgefäße der Nieren entsteht. Diese Veränderung kann man nicht aufhalten, den Patienten aber so einstellen, dass die Erkrankung langsamer fortschreitet. Um eine Nephropathie frühzeitig zu erkennen, wird bei betroffenen Patienten der Morgenurin regelmäßig auf Mikroalbumin untersucht. Albumin ist ein Eiweiß, welches von der funktionierenden Niere im Körper zurückgehalten wird. Bei einer beginnenden Nephropathie verliert die Niere diese Fähigkeit.



**Mikroalbuminurie** bedeutet, dass man sehr geringe Mengen an Albumin ausscheidet ( $> 20 \text{ mg/l}$ ). Diese Menge wird von herkömmlichen Teststreifen nicht erfasst, da diese nur eine Ausscheidung von mehr als  $100 \text{ mg/l}$  ( $10 \text{ mg/dl}$ ) Gesamteiweiß nachweisen. Die Bestimmung von Mikroalbumin erfolgt deshalb mit einem chromatographisch-immunologischen Teststreifen (z. B. Micral-Test®).

**Chromatographisch-immunologischer Teststreifen.** Auf dem Teststreifen laufen zwei Vorgänge nacheinander ab (Bild 86.1). Der erste Vorgang ist der immunologische. Das im Urin vorhandene Albumin wird an einen Antikörper-Enzym-Konjugat-Komplex gebunden. Danach wandert dieser weiter zum Reaktionsfeld. Hier läuft der zweite, chromatographische Vorgang ab. Das im Komplex enthaltene Enzym reagiert auf dem Reaktionsfeld und es entsteht eine rote Farbe, die proportional zum Albumingehalt im Urin ist. Das bedeutet: je mehr Farbe entsteht, desto mehr Albumin enthält die Urinprobe.



**Bild 86.1** Aufbau des immunologischen Teststreifens (Micraltest).

**Untersuchungsmaterial.** Da die Ausscheidung von Albumin durch Aktivitäten des Patienten beeinflusst werden kann, wird empfohlen, den ersten Morgenurin (Mittelstrahl) zu untersuchen. Die Patienten sollten drei Morgenurine von drei verschiedenen Tagen abgeben.

**Durchführung.** Die Handhabung des immunologischen Teststreifens unterscheidet sich vom herkömmlichen Urinteststreifen (Bild 86.2):

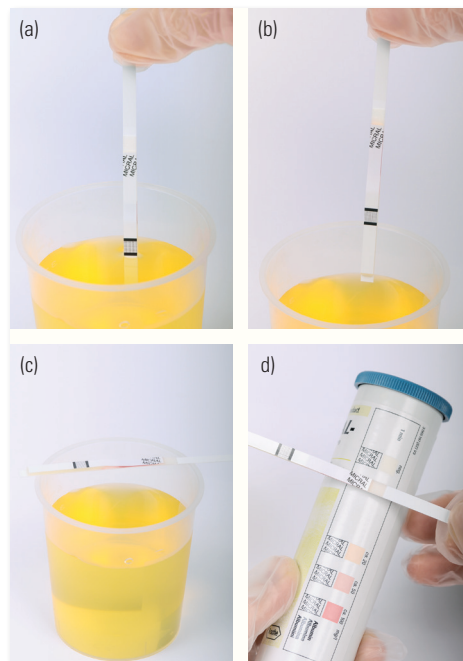
- Der Teststreifen muss 5 Sekunden bis zur Markierung in den Urin eingetaucht werden (a),
- beim Herausnehmen darf man den Teststreifen nicht am Urinbecher abstreifen (b),
- Teststreifen auf das Uringefäß legen (c); nach 5 Minuten die entstandene Farbe mit der Farbskala an der Teststreifenröhre vergleichen und dokumentieren (d).

**Beurteilung.**

Normale Ausscheidung:  $< 20 \text{ mg/l}$

Mikroalbuminurie:  $20\text{--}300 \text{ mg/l}$

Man spricht erst von einer Mikroalbuminurie, wenn von den drei untersuchten Proben zwei Proben einen Wert  $> 20 \text{ mg/l}$  haben.



**Bild 86.2** Durchführung des Micraltests.

### Konjugat:

Verbindung eines unvollständigen Antigens mit einem Eiweißkörper. Dadurch entsteht ein vollständiges Antigen, das die Bildung von Antikörpern anregen kann.



# F Patienten bei der Prävention begleiten (LF 11)



**Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA):** besteht aus Vertretern der Ärzte und der Krankenkassen, legt den Leistungskatalog der gesetzlichen Krankenkassen fest.

## 1 Gesundheitsuntersuchung

### 1.1 Ziele und Inhalte

Die Gesundheitsuntersuchung wird bei Frauen und Männern ab dem 36. Lebensjahr durchgeführt.

So sollen häufige, aber wirksam behandelbare Krankheiten sowie deren Vor- oder Frühstadium durch diagnostische Maßnahmen erfasst werden. Insbesondere sollen

- relevante Risikofaktoren und
  - Herz-Kreislauf-Erkrankungen,
  - Nierenerkrankungen sowie
  - Diabetes mellitus
- früh erkannt werden.

Aufgefundene Verdachtsfälle sollen diagnostiziert, erkannte Krankheiten rechtzeitig behandelt und gesundheitsschädigenden Verhaltensweisen frühzeitig entgegengewirkt werden.

Die Versicherten haben jedes zweite Jahr Anspruch auf die Gesundheitsuntersuchung. Der Umfang der Leistungen ist in den Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses genau festgelegt (Bild 90.1).

#### Umfang und Leistungen der Gesundheitsuntersuchung

##### Anamnese:

Erhebung der

- Eigen-, Familien- und Sozialanamnese, insbesondere
- Erfassung des Risikoprofils

##### Klinische Untersuchung:

Untersuchung zur Erhebung des vollständigen Status (Ganzkörperstatus)

##### Blutuntersuchungen (einschließlich Blutentnahme):

- Gesamtcholesterin
- Glucose

##### Urinuntersuchungen (Harnstreifen-test):

- Eiweiß,
- Glucose,
- Erythrozyten,
- Leukozyten und
- Nitrit

##### Stuhluntersuchung

auf okkultes Blut im Stuhl durch einen iFOB-Test ab 50 Jahre  
 (▶ siehe 2.4.2)

##### Beratung:

- Information über das Ergebnis
- Erörterung der möglichen Auswirkungen im Hinblick auf die weitere Lebensgestaltung
- Hinweis auf Möglichkeiten und Hilfen zur Vermeidung und zum Abbau gesundheitsschädigender Verhaltensweisen

##### Folgerung aus den Ergebnissen:

Bei Verdacht oder Vorliegen einer Krankheit sollen weitergehende, gezielte Diagnostik- und ggf. Therapie-maßnahmen durchgeführt werden.

**Bild 90.1** Umfang und Leistungen der Gesundheitsuntersuchungen.

**Lagerung und Haltbarkeit.** Die Tests können in den Folientütchen bei Zimmertemperatur aufbewahrt werden. Dabei ist das aufgedruckte Verfallsdatum zu beachten.

#### Hinweise.

- Das Ergebnis wird ungültig, wenn das Testfenster stark verfärbt bleibt oder die Verfärbung das Ablesen des Testergebnisses stark erschwert.
- Test nicht nach Ablauf des Verfallsdatums verwenden.
- Keine Probenröhrchen aus verschiedenen Chargen verwenden.
- Folientütchen erst unmittelbar vor Testbeginn öffnen.
- Jede Probe sollte als potenziell infektiös angesehen und entsprechend behandelt werden.
- Die gepufferte Probenlösung enthält giftiges Natriumazid. Verschüttetes Probenmaterial daher immer mit genügend Wasser abspülen.
- Die Vermischung des Probenmaterials mit Urin oder übermäßig viel Wasser aus der Toilettenschüssel kann die Testergebnisse verfälschen.
- Dieser Test kann u. U. weniger sensitiv auf Blutungen im Dünndarm reagieren, da das Blut bei der Passage durch den Gastrointestinaltrakt abgebaut werden kann.

Auf Muster 10 das Feld „Präventiv“ markieren, damit die Untersuchung nicht das ärztliche Labor-Budget belastet.

### 2.4.2 iFOB-Test

Der quantitative immunologische iFOB-Test wird durch den Arzt angeordnet und ausgewertet. Er ist sowohl im Rahmen der Gesundheitsuntersuchung als auch der Krebsfrüherkennung bei Männern und Frauen ab dem 50. Lebensjahr vorgesehen, die Auswertung erfolgt durch einen Arzt in einem ärztlichen Labor.

Bitte tragen Sie hier die fehlenden Informationen ein und legen Sie diesen Zettel zum befüllten Stuhlprobenröhrchen!

**Datum der Stuhlprobennahme**

Name, Vorname Patient/in

Geburtsdatum Patient/in

**Bild 100.1** Beschriftung des Stuhlprobenröhrchens.



**Bild 100.2** Aufbau eines mit Flüssigkeit gefüllten Stuhlprobenröhrchens.

**Spezifität:** Der iFOB-Stuhltest ist sehr empfindlich, zuverlässig und bei einem negativen Ergebnis spezifisch:

- Die Spezifität liegt bei mindestens 90 %, das bedeutet: Ein falsch positives Ergebnis darf nur bei weniger als 10 von 100 Personen auftreten.
- Die Empfindlichkeit muss mindestens 25 % betragen, das bedeutet: Bei mindestens 25 von 100 Personen mit einem Darmtumor muss der Test ein richtiges positives Ergebnis anzeigen.

#### Anleitung für den Patienten zur Durchführung des iFOB-Testes.

Der Patient bekommt ein Testset mit Anleitung vom behandelnden Arzt, der die Krebsfrüherkennungs- oder Gesundheitsuntersuchung durchführt. Dies sind in der Regel Hausärzte, Gynäkologen, Internisten und Urologen. Der Arzt fordert das Entnahmeset von Ihrem Labor an. Dieses enthält ein Spezialröhrchen mit Stabilisator-Lösung, einen Stuhlfänger und eine Anleitung für den Patienten (Bild 100.2 und 101.1).

#### Vorbereitung für den Versand an das Labor.

Der Patient gibt das Stuhlprobenröhrchen und den ausgefüllten Zettel (Bild 100.1) in der ausgebenden Arztpraxis ab. Dort wird das Röhrchen mit dem entsprechenden Barcode versehen, der Überweisungsschein (Muster 10) ausgefüllt und an das Labor weitergeleitet.

Die Stuhlprobe im Röhrchen ist durch die Stabilisator-Lösung bei Raumtemperatur fünf Tage stabil.

#### Hinweise für den Patienten:

1. Bei der Stuhlprobenentnahme muss immer ein Stuhlfänger benutzt werden (Bild 99.1).
2. Es reicht eine kleine Stuhlmenge aus. Lediglich ca. 1/3 des Dosierstabes bzw. die Rillen des Dosierstabes müssen mit Stuhl gefüllt werden. Ist zu viel Stuhl am Dosierstab bzw. in dem Röhrchen, kann es zu falschen (zu hohen) Ergebnissen kommen.
3. Die im Röhrchen befindliche Flüssigkeit darf nicht auslaufen oder ausgeschüttet werden. Diese ist für die Untersuchung unbedingt erforderlich.



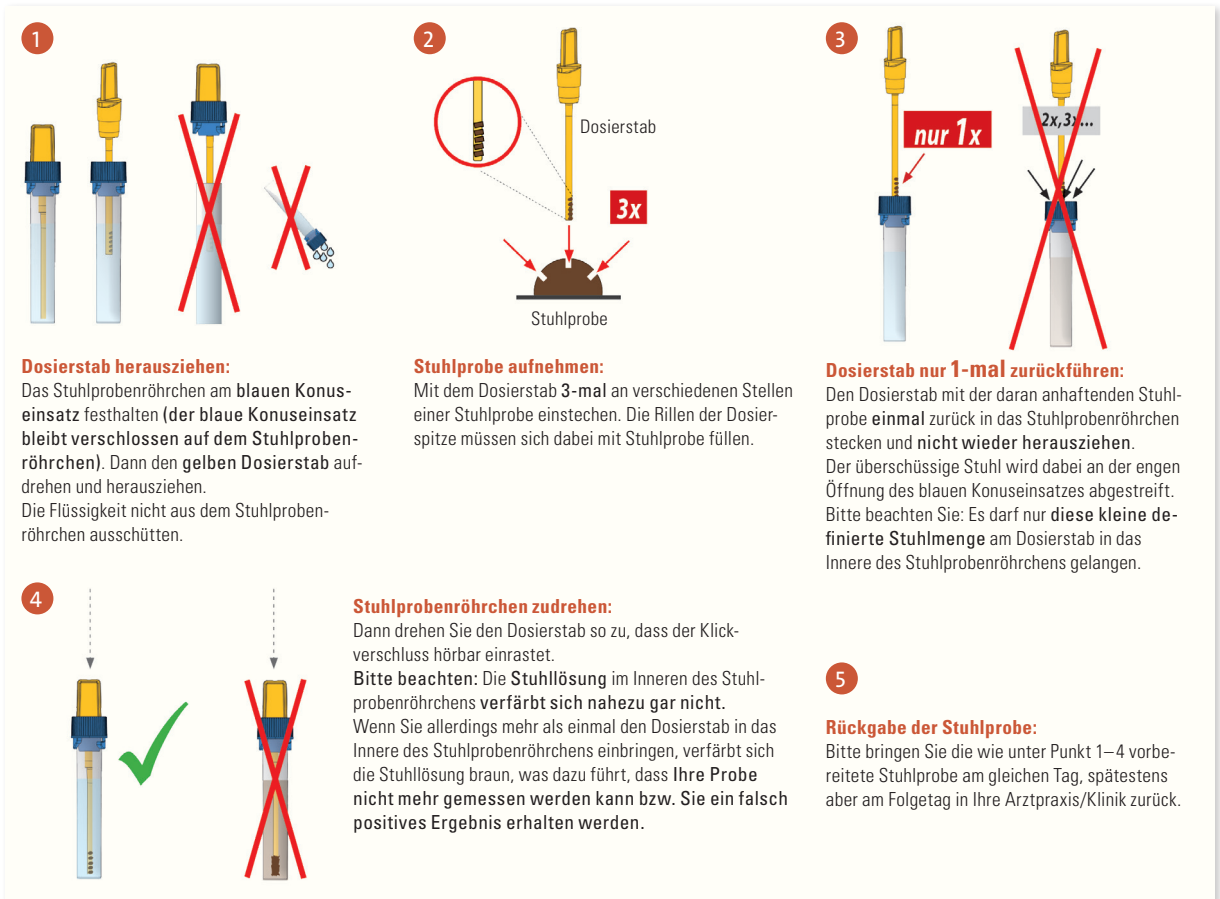


Bild 101.1 Anleitung zur Stuhlprobenentnahme beim iFOB-Test.

### 2.4.3 Grundsätzliche Hinweise zur Untersuchung von Blut im Stuhl

Ein negatives Testergebnis schließt eine kolorektale Läsion nicht aus, da

- gastrointestinale Blutungen intermittierend sein können,
- Blut nicht immer gleichmäßig im Stuhl verteilt ist, und
- Hämoglobin während der Darmpassage abgebaut wird.

Erkennt man sichtbares Blut am Stuhl (z. B. bei blutenden Hämorrhoiden oder während der Menstruation), so sollen keine Stuhlproben genommen werden.

Hämorrhoidalblutungen führen nur selten zu einem positiven Testergebnis, da intakte Erythrozyten nicht zu einem positiven Befund führen. Finden sich bei einem positiven Testergebnis Hämorrhoiden, so muss der Test nach Behandlung und Abheilung der Hämorrhoiden unbedingt wiederholt werden, da das positive Testergebnis von einer zusätzlichen Blutungsquelle im Dickdarm hervorgerufen worden sein kann.

Die WHO empfiehlt: Jeder Patient mit einem positiven Stuhltest sollte eine komplette Untersuchung des Kolons durch eine Koloskopie erhalten. Ist diese nicht durchführbar, so soll eine Sigmoidoskopie durchgeführt werden.

#### kolorektale Läsion:

Schädigung im Bereich der Schleimhaut von Dickdarm und/oder Mastdarm

#### intermittierend:

wiederkehrend oder mit Unterbrechungen auftretend

**WHO:** world health organization = Weltgesundheitsorganisation

#### Sigmoidoskopie:

Spiegelung des S-förmigen Teils des Dickdarms

## Normwerte / Normbereiche bei Blutuntersuchungen

Blutgasanalyse		
pH-Wert	7,36–7,44	
Sauerstoffpartialdruck (pO <sub>2</sub> )	75–98 mmHg 10–13 kPa	
Sauerstoffsättigung	95%–97%	
Kohlenstoffpartialdruck (pCO <sub>2</sub> )	Frauen	32–45 mmHg 4,27–6,00 kPa
	Männer	35–48 mmHg 4,67–6,40 kPa
CK (Creatinkinase)	Frauen	weniger als 170 U/l
	Männer	weniger als 190 U/l
CrP (C-reaktives Protein)	bis 10 mg/l	
D-Dimer	weniger als 500 µg/l (je nach Verfahren und Hersteller unterschiedliche Werte)	
Differenzialblutbild	Stabkernige neutrophile Granulozyten	3–5%
	Segmentkernige neutrophile Granulozyten	50–70%
	Basophile Granulozyten	0–1%
	Eosinophile Granulozyten	2–4%
	Monozyten	3–8%
	Lymphozyten	20–40%
Erythrozytenkonzentration	Frauen	4,1–5,1/pl 4,1 Mio.–5,1 Mio./µl 4,1 G–5,1 G/l
	Männer	4,5–5,9/pl 4,5 Mio.–5,9 Mio./µl 4,5 G–5,9 G
Glucose (je nach Methode)	nüchtern	weniger als 100 mg/dl weniger als 5,5 mmol/l
	postprandial	weniger als 130 mg/dl weniger als 7,2 mmol/l