

Vorwort

Die erste Auflage dieses Buchs „Laborparameter“ zeichnete sich durch eine hervorragend systematische Aufarbeitung der Materie aus. Gedacht war sie zunächst für Pflegepersonal, vor allem auf Intensivstationen. Diese Neuauflage orientiert sich an dieser Systematik, wurde aber völlig neu überarbeitet und erweitert. Sie richtet sich jetzt an alle Berufe im Gesundheitswesen, wie z. B. Apotheker, PTA, MTA oder Pflegepersonal im ambulanten Sektor – sei es in der Ausbildung, zur Information sowie zum Nachschlagen.

Gerade in Apotheken – mit Blick auf Medikationsanalyse und -management – sind Laborwerte stärker in den Fokus gerückt. Sie haben in der Apotheken-Offizin eine wichtige Bedeutung in der Beratung – sei es aufgrund von Informationsbedarf der Patienten, zur Beurteilung von Nebenwirkungen oder zwecks Dosierungsfragen, z. B. bei Leber- oder Niereninsuffizienz.

Zu den jeweiligen Parametern werden ausführliche Hintergrundinformationen angeboten, sodass jede Berufsgruppe im Gesundheitswesen profitieren kann, wenn es um eine Einordnung der Werte in den jeweiligen Kontext geht.

Auch wenn Sie die Normwerte der wichtigsten Laborwerte kennen sollten, tun sich weitere Fragen auf: Wie sind abweichende Werte zu beurteilen? Sind sie bereits klinisch relevant? Ab wann sind sie gefährlich?

Dieses Buch soll vor allem eine Hilfestellung zur richtigen Bewertung der Laborergebnisse bieten und damit als Grundlage für eine fundierte Beratung dienen.

Es werden nicht nur die Hintergründe zu den jeweiligen, praktisch relevanten Parametern aufgezeigt, sondern zudem erklärt, warum die entsprechende Bestimmung gemacht wird und auf welches Krankheitsbild ein veränderter Wert hinweisen kann.

Laborwerte sind ein spannendes Thema der Medizin und unabdingbar für Diagnostik und Beratung bei vielen Erkrankungen: Kennen Sie die Zusammenhänge, dann können Sie die Therapie nachvollziehen, die Patienten gut beraten und ihnen erklären, worum es geht.

Ich wünsche Ihnen aufschlussreiche Lektüre!

Bodman-Ludwigshafen, im Januar 2017

Dr. Dr. Ulrich Grass

Ist ein Alarmwert (◉ Abb 1.3) überschritten, bedeutet dies in der Regel eine Akutfährdung des Patienten und erfordert eine sofortige medizinische Intervention. In klinischen Studien ist damit häufig das sofortige Absetzen der Prüfmedikation verbunden und oft auch die Akuteinweisung in eine Klinik.

1.2.4 Technische Fehler

In seltenen Fällen kann es vorkommen, dass ein Laborwert eine Größenordnung zeigt, die mit dem Leben nicht vereinbar ist. Ein solcher Wert ist unglaubwürdig und damit zu verwerfen.

Labore, die für die praktische Medizin tätig sind, werden solche Werte erst gar nicht anbieten, sondern als nicht bestimmbar oder technischen Fehler angeben.

1.2.5 Das komplette Schema

Die vorangegangenen Abschnitte zeigen ein Raster auf, das über jeden einzelnen Laborparameter gelegt werden kann. Mit diesem Denkschema lässt sich jeder Laborwert einordnen als:

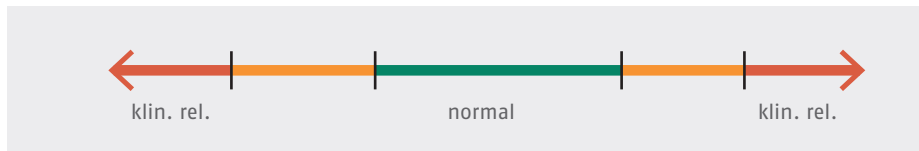
- normal,
- abnormal aber klinisch nicht relevant,
- klinisch relevant,
- lebensbedrohlich oder
- unglaubwürdig.

Dieses Denkschema soll anhand zweier Beispiele aus dem Straßenverkehr verdeutlicht werden: grüne **Verkehrsampe** bedeutet Fahren und ist eindeutig definiert (hier übertragen als *normal range*), rote Ampel bedeutet eindeutig Stopp (hier übertragen als klinisch relevant).

Probleme macht dem Autofahrer die gelbe Ampel (◉ Abb 1.4). Es besteht Unsicherheit: die einen treten sofort auf die Bremse, die anderen geben – mit etwas schlechtem Gewissen – noch schnell Gas. Bei Laborwerten, die im nicht klinisch relevanten (gelben) Bereich erhöht sind, sich quasi in einer Grauzone befinden, besteht diese Unsicherheit ebenfalls. Soll bei 220 mg/dl Gesamt-Cholesterin (► Kap. 8.2.1) behandelt werden oder nicht? Hierzu gibt es verschiedene Meinungen.

Auf jeden Fall – und gerade auch bei dieser Konstellation – ist der gesamte Patient zu betrachten. Hier gilt ganz besonders der Hinweis aus ► Kap. 1.1 des diagnostischen Mosaiksteinchens.

Ein weiteres Beispiel aus dem Straßenverkehr – die Geschwindigkeitskontrolle/Radarfalle – zeigt bildlich die weiteren angebotenen **Grenzen**:



◉ **Abb. 1.4** Anhand des Ampelbeispiels kann ein Laborwert folgendermaßen analysiert werden

Vorgeschrieben: ≤ 50 km/h (z. B. Innenstadtbereich)	→ <i>normal range</i>
Toleranzbereich: ≤ 55 km/h	→ nicht klinisch relevant
Ordnungswidrigkeit/Bußgeld: > 55 km/h	→ klinisch relevant
Führerscheinsperre: > 100 km/h	→ Alarm
Kleinwagen > 250 km/h	→ technischer Fehler

Die angebotenen Denkmuster sollen bei der Bewertung von Laborparametern helfen und deren Beurteilung sicherer machen – ohne den ganzen Patienten dabei aus dem Auge zu verlieren.

Grenzwerte für den Alarmbereich werden in [Tab. 17.1](#) angeboten. Grenzwerte für *normal range* und klinisch relevant (soweit möglich und sinnvoll) in dem jeweiligen Kapitel, in dem der Wert besprochen wird.

Als Normwertbereich ist immer der Bereich des vom Autor gewählten Referenzlabors angegeben (Labor Dr. Gärtner, Weingarten).

4 Elektrolyte

Für den Ablauf vitaler Vorgänge ist ein definierter Elektrolytbestand des Organismus Voraussetzung. Die Gewährleistung eines engen Wertebereichs der einzelnen Elektrolyte ist lebensnotwendig. So sind z. B. Muskelkontraktionen und Herzaktionen von physiologischen Elektrolytwerten strikt abhängig. Wegen der osmotischen Wirksamkeit steht die Regulation der Elektrolyte zudem in engem Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt. Die wichtigsten, im Körper vorkommenden **Kationen** sind:

Natrium	Na^+
Kalium	K^+
Calcium	Ca^{2+}
Magnesium	Mg^{2+}

Zu den wichtigsten, im menschlichen Körper vorkommenden **Anionen** zählen:

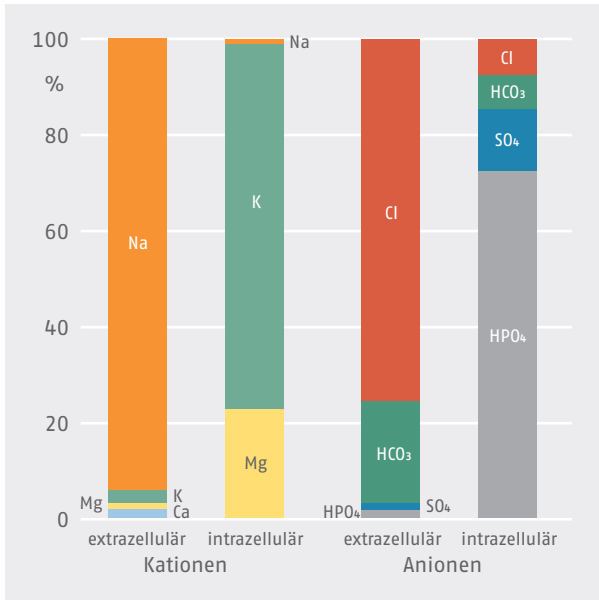
Chlorid	Cl^-
Hydrogencarbonat	HCO_3^-
Phosphat	HPO_4^{2-}

Da die Elektrolytwerte im Plasma bestimmt werden, repräsentieren sie ausschließlich das extrazelluläre Milieu. Die intrazellulären Elektrolytverhältnisse können mittels Blutabnahme nicht routinemäßig ermittelt werden.

Die Maßeinheit für die Elektrolyte ist üblicherweise mmol/l.

4.1 Natrium

Natrium kommt zu 98 % extrazellulär und nur zu 2 % intrazellulär vor (● Abb. 4.1). Etwa 3 % des Gesamtkörper-Natriums wird täglich ersetzt. Die Resorption erfolgt im mittleren und unteren Ileum, die Ausscheidung normalerweise über die Nieren, wobei 99,5 % im Rahmen der Rückresorption (Primärharn → Sekundärharn) wieder in den Körperkreislauf gelangen und nur 0,5 % definitiv ausgeschieden werden. Der Natriumspiegel wird weitestgehend konstant gehalten durch renale Rückresorption und mithilfe der hormonellen Steuerung durch Aldosteron (► Kap. 12.2.5).



● **Abb. 4.1** Elektrolytverteilung

Aufgaben

Natrium ist das wichtigste Kation des Extrazellulärraums. Aufgrund der osmotischen Wirksamkeit führen Veränderungen zu **Dehydratation** (Wasserverlust) – bei zu niedrigen Natriumspiegeln bzw. zu **Hyperhydratation** (Wasserüberschuss) bei zu hohen Blutspiegeln. Natrium spielt eine große Rolle im Zusammenhang mit der Funktionsfähigkeit bzw. Erregbarkeit der Zellen (Natrium-Kalium-Pumpe!).

Indikationen zur Überprüfung des Natriumgehalts im Blut

- Störungen des Wasser- und Elektrolythaushalts,
- Abweichungen anderer Serumelektrolyte vom Normalwert,
- polyurisch-polydipsische Syndrome (Polydipsie: den gesteigerten Durst findet man z. B. beim Diabetes mellitus),
- Störungen des Säure-Basen-Haushalts,
- Niereninsuffizienz (Nierenfunktionsstörung),
- Hypertonie (Bluthochdruck).

Bereits kleine Veränderungen des Natriumgehalts im Blut können schwerwiegende Symptome auslösen. Es gibt sowohl Erkrankungen mit erhöhten als auch erniedrigten Serumwerten.

Hypernatriämie

Symptome

Neben Ödemen, Polyurie, Polydipsie sowie Sensibilitätsstörungen kann ein erhöhter Natriumgehalt bis hin zu komatösen Zuständen führen. Bei Kindern treten je nach Ausprägung Erbrechen, Fieber, Tachypnoe, Hemiparese, positives Babinski-Zeichen (spezieller Fußsohlen-Reflex, der psychische Auffälligkeiten signalisieren soll) oder Spastiken hinzu.

Vorkommen

- Primärer und sekundärer Hyperaldosteronismus,
- Ernährungsstörungen, ungenügende Wasserzufuhr,
- maligne Tumoren,
- polyurisch-polydiptisches Syndrom, Hyperglykämie,
- chronische Nierenerkrankungen.

Hyponatriämie**Symptome**

Erniedrigte Natriumwerte können in Zusammenhang mit Anorexie, Erbrechen, Krämpfen, Absenkung der Körpertemperatur, quantitativen Bewusstseinsveränderungen (wie z. B. Somnolenz, Eintrübung bis hin zur Bewusstlosigkeit) auftreten.

Vorkommen

- Diuretikatherapie,
- Nebenniereninsuffizienz,
- Verdünnungshyponatriämie (z. B. bei Ödemen),
- Herzinsuffizienz,
- Hypothyreose,
- akute und chronische Niereninsuffizienz,
- zu hohe Zufuhr von Flüssigkeit,
- Verluste von Flüssigkeiten durch Erbrechen, Durchfälle und Flüssigkeitsverschiebungen in den Flüssigkeitsräumen,
- Medikamente (z. B. Sulfonylharnstoffe).

Normalwert: 132–146 mmol/l

Klinisch relevant: < 130 mmol/l
> 155 mmol/l

4.2 Kalium

Kalium ist das Hauptkation des Intrazellulärraums (98 %), während es im Extrazellulärraum nur in geringen Mengen (2 %) vorkommt (● Abb. 4.1). Kalium ist beteiligt an der Steuerung der elektrischen Vorgänge an Nerven und Muskeln und an der Aufrechterhaltung des osmotischen Drucks in der Zelle.

Indikationen zur Überprüfung des Kaliumgehalts im Blut

- Diagnostik und Überwachung von intensivmedizinischen Patienten,
- Störungen des Säure-Basen-Haushalts,
- bekannte Abnormität anderer Elektrolyte,
- Einnahme von Laxanzien und/oder Diuretika,
- akute und chronische Niereninsuffizienz,
- Überwachung der Infusionstherapie,
- Herzrhythmusstörungen.

Bereits kleine Veränderungen des Kaliumgehalts im Blut können schwerwiegende Symptome auslösen. Es gibt sowohl Erkrankungen mit erhöhten als auch erniedrigten Serumwerten.

Hyperkaliämie

Symptome

Erhöhte Kaliumkonzentrationen im Serum gehen einher mit Unlust, Schwächegefühl, Verwirrheitszuständen, Herzrhythmusstörungen bis hin zum Herzstillstand.

Vorkommen

- Niereninsuffizienz,
- akutes Nierenversagen,
- Nebennierenrindeninsuffizienz (Morbus Addison),
- kaliumsparende Diuretika (Spironolacton, Eplerenon, Amilorid, Triamteren),
- akute Azidose,
- Gewebs- und Zellerfall,
- Hämolyse.

Hypokaliämie

Symptome

Erniedrigte Kaliumwerte können je nach Ausprägung zu Störungen der Erregungsleitung und der Muskelkontraktion (EKG-Veränderungen, Muskelschwäche), Müdigkeit und Appetitmangel führen.

Vorkommen

- Zu geringe Kaliumaufnahme bzw. Resorptionsstörungen,
- enterale Kaliumverluste (z. B. Diarrhö, Laxanzien, Erbrechen),
- renale und extrarenale Verluste,
- Diuretika (Thiazid- und Schleifendiuretika),
- Hyperaldosteronismus (z. B. Conn-Syndrom),
- respiratorische oder chronisch metabolische Alkalose,
- renal-tubuläre Azidose,
- Verbrennungen (Verluste über die Haut),
- Herzinsuffizienz.

Normalwert: 3,5–5,1 mmol/l

Klinisch relevant: < 3,2 mmol/l
> 5,8 mmol/l

Achtung: Hämolyse der Blutprobe führt zu dramatisch falsch-hohen Werten!

Ursache ist der Zerfall von Erythrozyten und der damit verbundene Austritt intrazellulärer Flüssigkeit mit hoher Kaliumkonzentration (● Abb. 4.1).

Da Abweichungen des Kaliumspiegels rasch potenziell lebensbedrohlich werden können, ist eine **Überwachung** insbesondere auch **bei Diuretikatherapie** zwingend notwendig. Zudem ist eine engmaschige Kontrolle bei abnormalen Werten und während der Kaliumsubstitution erforderlich.

- Verwirrtheit, Agitiertheit,
- Tremor, Krampfstöße,
- Somnolenz, Bewusstseinsstörung, komatöse Zustände.

Normalwert: 60–115 mg/dl

Klinisch relevant: > 130 mg/dl

Blutproben zur Glucosebestimmung im Labor müssen immer sofort zentrifugiert werden, da die (noch funktionsfähigen) Erythrozyten ansonsten noch Glucose aus dem Serum verbrauchen!

8.1.2 Oraler Glucosetoleranztest (oGTT)

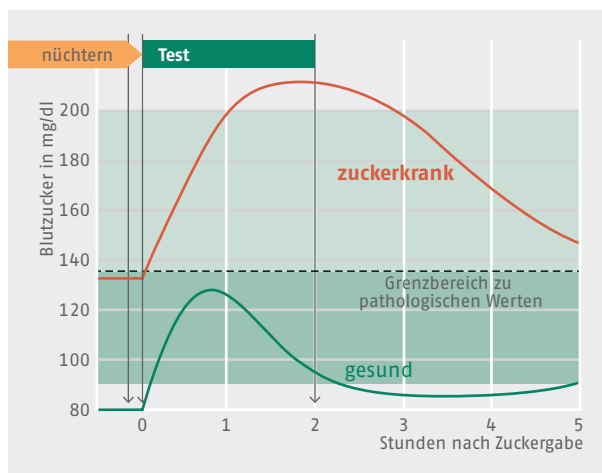
Mit dem oGTT soll festgestellt werden, inwieweit der Körper in der Lage ist, zugeführte Glucose zu verarbeiten. Es handelt sich um ein Testverfahren, das präklinische Formen des Diabetes mellitus erkennen kann (latenter Diabetes mellitus), auch wenn der Nüchtern-glucosewert noch in der Norm ist.

Testdurchführung

Der zu untersuchende Patient soll idealerweise zunächst 3 Tage lang gemischte und kohlenhydratreiche Kost erhalten, mit mehr als 250 g Kohlenhydraten pro Tag. Soweit möglich sollte bereits 4 Tage vor Testdurchführung auf jegliche den Glucosstoffwechsel beeinflussende Medikation verzichtet werden. Folgende Medikamente bewirken eine **Blutzuckersteigerung** (►Kap. 2.7):

- Prednisolon = Decortin H[®]/Solu-Decortin H[®],
- Betablocker, vorwiegend unselektive wie z. B. Propranolol = Dociton[®],
- Thiaziddiuretika, z. B. Hydrochlorothiazid = Esidrix[®],
- Levodopa (L-Dopa) = Madopar[®]/Nacom[®].

Der Patient muss 12 Stunden vor der Belastung nüchtern bleiben (nicht essen, nichts trinken mit Ausnahme von Wasser, nicht rauchen). Bei bereits nachgewiesenem erhöhten Blutzuckerspiegel erübrigt sich der oGTT. Eine Urinprobe des nüchternen Patienten ist



● **Abb. 8.1** Beispiele für den Verlauf von Glucosespiegeln beim oGTT. Im Vergleich zum Gesunden zeigt die Kurve beim Diabetiker einen höheren Ausgangswert, einen höheren Anstieg und einen langsameren Abfall der Blutglucosespiegel.

■ **Tab. 8.1** Auswertung des oGTT (Glucosekonzentration: abgerundete Werte)

	venöses Vollblut	Kapillarblut	venöses Plasma
Diabetes mellitus			
Nüchternwert	≥ 120 mg/dl	> 120 mg/dl	≥ 140 mg/dl
und/oder			
2-h-Wert	> 180 mg/dl	> 200 mg/dl	> 200 mg/dl
Pathologische Glucosetoleranz			
Nüchternwert und 2-h-Wert	< 120 mg/dl	< 120 mg/dl	< 140 mg/dl
	> 120 mg/dl	> 140 mg/dl	> 140 mg/dl

auf Glucose und Ketonkörper zu untersuchen. Wenn der Teststreifen (► Kap. 16.3.3) positiv ist, wird kein oraler Glucosetoleranztest durchgeführt, da der Blutzucker ohnehin auf mindestens 170 bis 180 mg/dl erhöht ist.

Liegen akute Magen-Darm-Erkrankungen vor, so kann der orale Glucosetoleranztest angesichts der gestörten Resorptionsverhältnisse erst nach Abklingen aller akuten Erscheinungen veranlasst werden.

Die erste Blutentnahme erfolgt nüchtern z. B. um 7.00 Uhr morgens. Danach wird die standardisierte Glucoselösung (75 g Oligosaccharide in 250–500 ml Flüssigkeit) möglichst innerhalb von 5 Minuten in der Zeit von 7.15 bis 7.30 Uhr getrunken. Weitere Blutzuckerbestimmungen folgen nach 60 und 120 Minuten (● Abb. 8.1). Üblicherweise werden die Werte aus venösem Plasma bestimmt. Während des Testablaufs gilt ein Ruhe- und Nüchterngebot!

Auswertung des oGTT

- Normbereich:** nach 60 Minuten < 160 mg/dl
nach 120 Minuten im Normbereich
- Grenzbereich:** nüchtern 100–140 mg/dl
nach 60 Minuten 160–220 mg/dl
nach 120 Minuten 120–150 mg/dl
- Pathologisch:** nüchtern > 140 mg/dl
nach 60 Minuten > 220 mg/dl
nach 120 Minuten > 150 mg/dl

Außerhalb des Normbereichs lassen sich nach der Auswertung der Testergebnisse zwei Gruppen unterscheiden. Neben einer pathologischen Glucosetoleranz mit geringerem Blutzuckeranstieg (latenter Diabetes) steht der manifeste Diabetes mellitus. Weitere Einzelheiten können ■ Tab. 8.1 entnommen werden.

8.1.3 Glykolysiertes Hämoglobin (HbA₁/HbA_{1c})

Glucose und andere Zucker werden an eine Hämoglobinseitenkette angelagert (sog. glykolysierte Hämoglobine). Dieser Anteil des Hämoglobins (HbA₁) besteht aus verschiedenen Untereinheiten (HbA_{1a}, HbA_{1b} sowie HbA_{1c}). Dabei werden durch Bestimmung von HbA₁ alle Zuckeranlagerungen erfasst, während mit HbA_{1c} ausschließlich die Glucosean-