



**SECRET**





- Editorial ..... 2
- Inhalt ..... 3
- LABORWERTE ..... 4**
- Grundsätzliches..... 4
- Teil I: Grundwerte der Leber ..... 4
- Teil II: Diagnostik der viralen Hepatitis ..... 7
- Teil III: Autoantikörper ..... 10
- Teil IV: Das Blutbild ..... 11
- Teil V: Die Blutgerinnung ..... 15
- Teil VI: Schilddrüsenwerte ..... 17
- Teil VII: Fette ..... 18
- Teil VIII: Nierenwerte ..... 20
- Teil IX: Glukose ..... 21
- Teil X: Bauchspeicheldrüsenwerte ..... 23
- Teil XI: Weitere Blutparameter ..... 23
- Teil XII: Mineralstoffe, Spurenelemente, Vitamine ..... 25

**IMPRESSUM ..... 3**

# Grundsätzliches

Laboruntersuchungen gehören in der heutigen Zeit zu den wichtigsten und sehr häufig veranlassten Maßnahmen während eines Sprechstundenbesuches bei einem Hausarzt. Die Analyse aus nur einem Tropfen Blut oder anderen Körperflüssigkeiten kann dem untersuchenden oder behandelnden Arzt wertvolle und sichere Hinweise auf die Ursache einer Krankheit, den Stand einer Therapie und die Wirksamkeit der verordneten Medikamente geben. Das Ergebnis der Laboruntersuchung bezeichnet man als Laborwerte.

Bei der großen Anzahl der gemessenen Laborwerte und Möglichkeiten unterschiedlicher Interpretation fällt es manchmal sehr schwer, alles richtig zu verstehen. Doch gerade das eigene fundierte Wissen ist es, welches den Erkrankten besser mit neu eingetretenen Situationen umgehen lässt und einen Großteil zu einer gelungenen Behandlung bzw. Therapie beitragen kann.

Ob ein Patient gesund oder krank ist, kann jedoch nicht an den vorliegenden Laborwerten festgemacht werden. Laborwerte unterliegen so wie der menschliche Organismus ständig wechselnden Veränderungen und geben meist nur Kenntnis über den aktuellen Stand. Bei allen Laborwerten orientiert man sich an den so genannten Normalwerten, Referenzwerten bzw. Referenzbereichen. Es gibt so genannte obere und

untere Werte, was bedeutet, dass bei 95 % der gesunden Menschen das Untersuchungsergebnis in diesem Bereich liegt. 5% liegen nicht in diesem Bereich, ohne dass eine Krankheit vorliegen muss. Umgekehrt können trotz einer Krankheit völlig unauffällige Laborwerte vorliegen. **Grundsätzlich gilt: Keine Überbewertung eines einzelnen pathologischen Laborwertes.** Laborwerte werden u. a. beeinflusst vom Geschlecht, Alter, Ernährung, Medikamenten, körperlicher Belastung und dem Biorhythmus. Weiter ist zu beachten, dass die so genannten „Normalwerte“ teilweise in unterschiedlichen Einheiten angegeben werden und von Labor zu Labor variieren können. Ebenso werden Referenzwerte in der medizinischen Literatur oftmals unterschiedlich angegeben.

**Besonders wichtig: Ab März 2003 werden die Laborwerte allgemein bei 37°C angegeben (früher: 21°C). Dadurch ändern sich auch die Referenzbereiche.** Sie sind aber keinesfalls „großzügiger“ geworden – denn Werte, die man bei 37°C misst, fallen auch höher aus. So ist z. B. ein GGT-Wert von 18 bei 37°C niedriger als der vermeintlich gleiche Wert bei 21°C.

Im Zweifelsfall gilt immer der Referenzbereich, der auf Ihrem Befund angegeben ist. Bei vermeintlichen Abweichungen sehen Sie bitte immer dort nach oder fragen Sie Ihren Arzt.

## Teil I: Grundwerte der Leber

Leberwerte – Transaminasen (Aminotransferasen)	
<b>GOT/ ASAT</b>	
Glutamat-Oxalazetat-Transaminase/ Aspartat-Amino-Transferase	
<b>Männer</b>	<b>10–50 U/L bei 37°C</b> <i>unter 19 U/L bei 21°C (alt)</i>
<b>Frauen</b>	<b>10–35 U/L bei 37°C</b> <i>unter 15 U/L bei 21°C (alt)</i>
<b>GPT/ ALAT</b>	
Glutamat-Pyruvat-Transaminase/ Alanin-Amino-Transferase	
<b>Männer</b>	<b>10–50 U/L bei 37°C</b> <i>unter 23 U/L bei 21°C (alt)</i>
<b>Frauen</b>	<b>10–35 U/L bei 37°C</b> <i>unter 18 U/L bei 21°C (alt)</i>

GOT (ASAT) und GPT (ALAT) sind bei jedem Menschen durch das natürliche Zugrundegehen von Leberzellen in geringer Konzentration nachweisbar. Durch die Schädigung der Leberzellen (z.B. bei einer Virushepatitis) gelangt durch das massive Zugrundegehen dieser Leberzellen eine erhöhte Konzentration der Leberenzyme ins Blut, wo diese Enzyme als erhöhte Transaminasen messbar sind. Beide Enzyme, GOT (ASAT) und GPT (ALAT) haben eine wichtige Funktion im Energiehaushalt des Organismus zu erfüllen. Enzyme sind in der lebenden Zelle gebildete organische Verbindungen, die den Stoffwechsel des Organismus steuern. Erhöhte Werte findet man bei akuter und chronischer Virushepatitis, bei Leberzirrhose, Lebertumoren und -metastasen, Erkrankungen der Gallenwege, Herzinfarkt und Lungenembolie.

**γ-GT (Gamma-GT)**  
Gamma-Glutamyl-Transferase

<b>Männer</b>	<b>unter 66 U/L bei 37°C (IFCC)</b> <i>unter 28 U/L bei 21°C (alt)</i>
<b>Frauen</b>	<b>unter 39 U/L bei 37°C (IFCC)</b> <i>unter 18 U/L bei 21°C (alt)</i>

Die γ-GT ist ein wichtiges Enzym im Eiweißstoffwechsel, das bei einer ganzen Reihe von Leber- und Gallenwegserkrankungen äußerst empfindlich reagiert. Erhöhte Werte finden sich bei akuter und chronischer Virushepatitis, Leberzirrhose, Fettleber, Alkoholismus, Gallenwegserkrankungen, Lebertumoren und -metastasen, der Einnahme bestimmter Arzneimittel, Belastung durch Umweltgifte, Zuckerkrankheit, Bauchspeicheldrüsenentzündungen, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Herzinfarkt, Nierenerkrankungen und Autoimmunerkrankungen (PBC = primär biliäre Zirrhose oder PSC = primär sklerosierende Cholangitis).

**Leberfunktionstest**

Leberfunktionstests geben einerseits Aufschluss über Funktion der Leber und Funktionsreserve des geschädigten Organs (Ausscheidungsfunktion). Andererseits beurteilen sie die Aufbauleistung (Synthese) der Leberzellen.

**Bili – Bilirubin**

Gallenfarbstoff

**Erwachsene – Gesamt Bilirubin**  
bis 1,1 mg/ dL im Serum/Plasma  
ab 2,0 mg/ dL auch im Urin messbar

Das Bilirubin stammt zum größten Teil aus dem Abbau der roten Blutkörperchen, den Erythrozyten, die, nachdem sie gealtert oder defekt sind, aussortiert und in ihre Bestandteile zerlegt werden. Dies geschieht in der Milz, im Knochenmark und in der Leber. Das für den Sauerstofftransport zuständige Häm, ein Bestandteil der roten Blutkörperchen, wird dabei in das gelbliche Bilirubin abgebaut, und durch eine Koppelung an Eiweißmoleküle über die Blutbahn zur Leber transportiert. Damit dieses schließlich aus dem Körper ausgeschieden werden kann, muss es in der Leber vom Eiweiß abgekoppelt und an eine bestimmte Säure, die Glukuronsäure, gebunden werden. Danach kann es mit der Galle in den Darm und auch über den Urin ausgeschieden werden.

Diese Werte sind bei folgenden Erkrankungen erhöht: akute und chronische Lebererkrankungen, Leberzirrhose, Abflussstörungen der Galle, Fettleber, unter Einnahme bestimmter Medikamente, erblich bedingte Stoffwechselstörungen, hämolytische Anämie, Lebertumore.

**AP – alkalische Phosphatase**

(gesamt)

Männer	40–129 U/L
Frauen	35–104 U/L

Die AP gibt die Ausscheidungsfunktion der Leber an, sowie die Durchgängigkeit der Gallenwege. Der Anstieg der AP erfolgt schon lange bevor eine Gelbsucht auftritt und ist ein Zeichen für die Behinderung des Gallenflusses. Erhöhte Werte zeigen sich bei Lebererkrankungen, Gallenwegserkrankungen, Erkrankungen der Knochen und bei Knochenbrüchen.

**GLDH**

Glutamat-Dehydrogenase

<b>Männer</b>	bis 6,4 U/L
<b>Frauen</b>	bis 4,8 U/L

Die GLDH ist ein Enzym, das am Energiestoffwechsel aller Körperzellen in den sogenannten Mitochondrien, den Kraftwerken der Zellen, beteiligt ist. Erhöhte Werte treten jedoch nur bei schwerer Schädigung der Leberzellen bzw. ihrem Untergang auf. GLDH-Werte geben Auskunft über den Grad der biochemischen Funktionsleistung des Leberparenchyms (funktionsfähiger Teil der Leber).

Erhöhte Werte entstehen bei akuter Leberentzündung, Leberzirrhose, Fettleber, Gallengangsverschluss mit Gelbsucht, Leberzellkrebs, Lebermetastasen, Lebervergiftung und Leberventhrombose.

**LDH – Laktat-Dehydrogenase**

Männer	135–225 U/L
Frauen	135–214 U/L

LDH ist ein Enzym, das in allen Zellen vorkommt. Eine beträchtliche Konzentration findet sich jedoch in der Leber, den roten Blutkörperchen, den Skelettmuskeln und dem Herzmuskel. Eine wichtige Rolle spielt es ebenfalls im Energiestoffwechsel – dem Milchsäurestoffwechsel.

Erhöhte Werte entstehen bei einer Leber- und Gallenwegserkrankung, einem Herzinfarkt, Herzmuskelentzündung, Lungenembolie, Muskelerkrankung oder Bluterkrankung.

**CHE - Cholinesterase**

Männer/Frauen über 40 Jahre	5.320–12.920 U/L
Frauen unter 40 J. (nicht schwanger)	4.260–11.250 U/L
Frauen unter 40 J. (schwanger oder Pilleneinnahme)	3.650–9.120 U/L

CHE wird in der Leber gebildet und ist ein Eiweißkörper, der für die richtige Funktion der Muskelkontraktion notwendig ist. Ein zu niedriger Wert muss nicht unbedingt auf eine gestörte Syntheseleistung der Leber hinweisen.

Erhöhte Werte treten bei Fettleber, Eiweißverlust und Zuckerkrankheit auf. Erniedrigte Werte können auf einen Leberparenchymschaden hinweisen.

**Gesamteiweiß (Gesamtprotein)**  
Eiweißstoffwechsel  
Erwachsene 6,6–8,7 g /dL

Die Struktur und Funktion von allen Organen sind in entscheidendem Maße von ihren Eiweißbestandteilen abhängig. Ohne die Eiweiße (Proteine) sind Aufbau, Erneuerung u. Reparatur von Zellen und Gewebe nicht möglich und zahlreiche lebenswichtige Hilfs- und Botenstoffe könnten ihre Aufgabe im Körper nicht erfüllen. Bausteine der Eiweiße sind die Aminosäuren, die zum Teil der Körper selbst herstellt aber auch teilweise mit der Nahrung aufgenommen werden müssen (essentielle Aminosäuren). Ein Eiweißmolekül besteht durchschnittlich aus 100–500 Aminosäuren, die durch das Erbgut bestimmt in einer genau festgelegten Reihenfolge miteinander verknüpft sind. Fehlt nur eine Aminosäure, sind schwere Funktionsstörungen die Folge, da ein korrekter Aufbau nicht möglich ist. Aufgaben der Eiweißstoffe sind die Aufrechterhaltung und Verteilung der Flüssigkeitsmengen zwischen Blutbahn und Gewebe sowie der Transport von Fetten, Hormonen, Eisen, Kupfer und einer Reihe anderer Stoffe im Blut, Durchführung der Blutgerinnung, das Auslösen von Entzündungsreaktionen, die Abwehr gegen Bakterien und Viren und die Aufrechterhaltung und Unterstützung zahlreicher Stoffwechselfvorgänge im Körper.

Erhöhte Werte sind selten, finden sich jedoch bei chronisch entzündlichen Erkrankungen und bestimmten

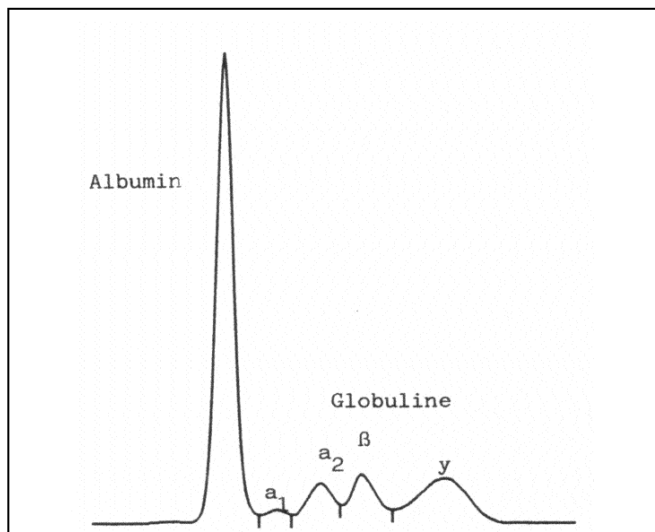
Leberschäden. Erniedrigte Werte treten bei Eiweißmangelernährung auf, sowie Diäten, Darmerkrankungen mit Störungen der Aufnahmefähigkeit von Nahrungsmitteln, Eiweißverlust durch Nierenerkrankungen, Ergussbildung (Aszites bei Leberzirrhose) und Leberschäden bei denen die Leber ihre Aufgabe, Eiweißkörper aufzubauen, nicht mehr erfüllen kann.

**Albumin**  
Erwachsene 3,4–4,8 g/dL

Albumin ist ein wichtiges Transporteiweiß (Bilirubin wird mit Hilfe von Albumin über die Blutbahn zur Leber geschleust, um dort abgebaut zu werden). Etwa 12 g werden täglich in der Leber neu gebildet, etwa 300 g sind im Körper ständig vorhanden. Albumin hält den Gewebedruck aufrecht und ist für den Flüssigkeitsaustausch unerlässlich. Auch gibt Albumin Aufschluss über chronisch fortschreitende Prozesse in der Leber. Wird bei einer fortgeschrittenen Leberzirrhose nicht mehr genügend Albumin produziert, kommt es zu einem Flüssigkeitsaustritt in das Gewebe, Ödemen und Aszites. Erniedrigte Werte finden sich auch bei Durchfall, Hunger und Nierenleiden.

**Elektrophorese**

<b>Albumin</b>	<b>55–69 %</b>
<b>a1-Globulin</b>	<b>1,6–5,8 %</b>
<b>a2-Globulin</b>	<b>5,9–11 %</b>
<b>b-Globulin</b>	<b>7,9–14 %</b>
<b>g-Globulin</b>	<b>11–18 %</b>



**Bild 1:** Elektrophorese bei normaler Leberfunktion

Elektrophorese ist die Auftrennung der Eiweiße auf Grund ihrer unterschiedlichen Wanderungsgeschwindigkeit im elektrischen Feld. Verschiedene Gruppen von Bluteiweißen werden getrennt dargestellt und in ihrem Mengenverhältnis bestimmt.

Bei chronischen Leberleiden ist das Eiweißmuster in der Elektrophorese auf typische Weise verschoben. Das

betrifft vor allem Albumin und  $\gamma$ -Globulin (Gammaglobulin).

Spezifische Abwehrstoffe des Körpers bestehen aus Gammaglobulin. Bei chronischen Lebererkrankungen sind folgende Werte erniedrigt:  $\beta$ -Globulin,  $\alpha_1$ -Globulin,  $\alpha_2$ -Globulin bei akuter und chronisch aktiver viraler Hepatitis.

## Teil II: Diagnostik der viralen Hepatitis

### Hepatitis A

#### Serologischer Antikörpernachweis

Hep.-A-IgM-AK: Hepatitis-A-Antikörper Immunglobulin M  
 Hep.-A-IgG-AK: Hepatitis-A-Antikörper Immunglobulin G

Hep.-A-IgM-AK sind der Beweis einer akuten oder frischen Infektion und ab dem Beginn erster Symptome drei bis sechs Monate nachweisbar.

Hep.-A-IgG-AK sind ebenfalls ab Beginn der Krankheitssymptome nachweisbar und persistieren in der Regel lebenslang. Auftreten etwa drei bis vier Wochen nach Infektion mit dem Hepatitis-A-Virus.

Ein negativer Hep.-A-IgM-Ak-Test schließt bei nicht immunsupprimierten Personen eine Hepatitis A sicher aus.

Hepatitis A heilt in der Regel aus und sichert eine lebenslange Immunität gegenüber einer Neuinfektion.

### Hepatitis B

#### Serologische Marker der Hepatitis B:

Hepatitis-B-Antigene

HBsAg (Hepatitis-B-Oberflächenantigen) ist im Serum vor Beginn der klinischen Erkrankung nachweisbar und erreicht seine maximale Konzentration circa bei Symptombeginn. HBsAg persistiert in der Regel wäh-

Serologische Marker der Hepatitis-B-Infektion						
Krankheitsstadium	HBs-Ag	Anti-HBs	Anti-HBc	HBeAg	Anti-HBe	HBV-DNA PCR
Inkubationszeit	+	-	-	+ / -	-	+
akute Hepatitis B Rekonvaleszenzzeit	+ - -	- - +	- - +	+ - -	- - +	+ - -
chronisch aktive Hepatitis B	+ +	-	+	+	-	+
chronisch persistierende Hepatitis B	+	-	+	-	+ / -	+
asymptomatische Träger	+	-	+	-	(+) / -	(+)
lebenslange Immunität nach ausgeheilter Infektion	-	+	+	-	+ - -	-
erworbene Immunität nach Impfung	-	+	-	-	-	-

+ = positiv      + + = stark positiv      - - + = wird im Verlauf (Rekonvaleszenz) positiv      + / - = nicht immer positiv  
 - = negativ      (+) = schwach positiv      + - - = wird im Verlauf (Rekonvaleszenz) negativ

rend des gesamten symptomatischen Krankheitsverlaufs. Bei unkompliziertem Krankheitsverlauf wird HBsAg aus dem Serum innerhalb von zwei bis vier Monaten eliminiert. Persistiert HBsAg über einen Zeitraum von mehr als sechs Monaten, liegt eine chronische Infektion vor.

HBeAg (Hepatitis Be-Kernantigen) ist ein Abbauprodukt des HBcAg. Bei einem Großteil der akut an Hepatitis B Erkrankten ist HBeAg, HBV-DNA (PCR) positiv. Diese Tests zeigen an, dass eine beträchtliche Virusvermehrung stattfindet und sich diese Viren in der Blutbahn befinden. Der Betroffene gilt zu diesem Zeitpunkt als hochinfektiös. HBeAg ist bei akuter Infektion oft nur einige Tage, in seltenen Fällen wenige Wochen im Serum nachweisbar. HBeAg wird in der Regel vor dem HBsAg aus dem Serum eliminiert. Eine einmalige Bestimmung von HBeAg gibt keine Aussage darüber, ob es sich um einen akuten oder chronischen Verlauf handelt. Ein beträchtlicher Teil der HBeAg-positiven Hepatitis-B-Erkrankten leidet an einer aktiven Hepatitis.

### Hepatitis-B-Antikörper

Anti-HBs werden nachweisbar, wenn das HBs-Ag verschwindet. Der erbrachte Nachweis im Serum von Anti-HBs bedeutet Immunität gegenüber einer Neuinfektion. Betroffene, die nach Viruselimination nach akuter Hepatitis B Anti-HBs positiv sind, sind in der Regel auch Anti-HBc positiv. Im Gegensatz zur erworbenen Immunität durch die ausgeheilte Hepatitis-B-Erkrankung sind Patienten durch Impfung gegen Hepatitis-B-Anti-HBs -positiv, aber Anti-HBc-negativ.

Anti-HBc bleibt meist lebenslang nachweisbar und ist ein sehr empfindlicher Marker für eine durchgemachte, vorhergegangene oder angehende Infektion.

Anti-HBe wird in der Regel bei Patienten nach einer akuten Hepatitis-B-Infektion, sowie auch bei chronisch asymptomatischen Trägern des Hepatitis-B-Virus im Serum nachgewiesen.



## Hepatitis C

### Serologische Marker der Hepatitis C

Das Hepatitis-C-Virus, das 1989 das erste Mal molekularbiologisch aus der Gruppe der Non-A-Non-B Hepatitis abgegrenzt werden konnte, ist entweder durch den Nachweis der spezifischen Antikörper oder durch die qualitative PCR diagnostizierbar.

### HCV-AK = HCV-Antikörpertest

Der HCV-Antikörpertest ist das typische Suchverfahren zur Erkennung einer Hepatitis C. Der Nachweis dieser Antikörper erlaubt jedoch keine Aussage, ob es sich um eine akute, chronische oder bereits ausgeheilte Hepatitis C-Infektion handelt, oder ob die getestete Person infektiös ist. Ein negativer HCV-Antikörpertest schließt eine HCV-Infektion nicht in jedem Falle aus. HCV-Antikörper können auch negativ sein, wenn der Infektionszeitpunkt nur kurz zurückliegt. Auch bei immunsuppressiver Therapie oder bei einem Immundefekt können HCV-Antikörper trotz einer aktiven Hepatitis fehlen. Die spezifischen Antikörper werden in der Regel erst einige Zeit nach der Infektion, ca. 4–6 Wochen, gebildet. In einzelnen Fällen kann das Auftreten der Antikörper erst nach 4–9 Monaten diagnostiziert werden. Zur Frage einer chronischen Infektion mit dem Hepatitis-C-Virus ist der direkte Virusnachweis mittels PCR erforderlich.

### HCV-RNA (PCR)

#### PCR = Polymerase-Kettenreaktion (Polymerase Chain Reaction)

Hierbei wird der direkte Nachweis von Virus-Erbmaterial (RNA = Ribonucleinsäure) mittels molekularbiologischer Tests geführt, indem virale Gensequenzen durch eine im Reagenzglas ablaufende Kettenreaktion vermehrt werden. Der Nachweis von HCV-RNA im Serum hat einen zuverlässigeren Vorhersagewert für die Infektiosität als der Nachweis von HCV-Antikörpern. Wir unterscheiden qualitative sowie quantitative Testverfahren.

In Speziallaboratorien kann der qualitative Test noch 50 IU (International Units = Internationale Einheiten) pro Milliliter Untersuchungsmaterial nachweisen. Quantitative Testverfahren erlauben zwar die Messung der Virenzahl pro ml, zeigen aber positive Ergebnisse nur bei einer Virenzahl, die höher als 600 IU/ml liegt. Die Quantifizierung der genauen Anzahl von IU pro ml Untersuchungsmaterial ist besonders wichtig vor Therapiebeginn und im Verlauf einer Therapie, um ein

Krankheitsstadium	Serologische Marker der Hepatitis-D-Infektion					
	HBV Hbs Ag	Anti-Hbc IgM	HDV HDAg	Anti-HD IgM	Anti-HD IgG	HDV-RNA PCR
akute Hepatitis-Koinfektion von Hepatitis B und D	(+)	+	(+)	+	(+)	+
akute Hepatitis-Superinfektion von Hepatitis B und D	+	-	(+)	+	(+)	+
chronische Hepatitis B / D	+	-	-	(+)/-	+	+

+ = positiv      - = negativ      (+) = schwach positiv      (+)/- = nicht immer positiv

Ansprechen bzw. Nichtansprechen auf eine Therapie zu erkennen. So kann bei der Therapie mit pegyliertem Interferon-alpha und Ribavirin schon nach 12 Wochen eine Aussage über den möglichen Therapieerfolg gemacht werden. An Hand des Untersuchungsergebnisses wird entschieden, ob eine Fortführung der Therapie aussichtsreich ist.

Nach Therapieende erhöhen mehrere Tests die Sicherheit für ein dauerhaftes Ansprechen bzw. eine Ausheilung. Ein einmaliger Test dieser niedrigen Nachweisgrenze mit negativem Ergebnis ergibt noch keine endgültige Sicherheit zur vollständigen Viruselimination. Wenn es unterhalb der Nachweisgrenze des qualitativen Tests noch eine Restvirusmenge gibt, könnte sich diese nach Absetzen oder Beenden einer Therapie wieder vermehren und den Behandlungserfolg zunichte machen. Bisher war der qualitative Test im unteren Messbereich empfindlicher als der quantitative Test. Beide Messverfahren werden aber zur Zeit weiter verbessert, so dass in Zukunft mit dem neuen Verfahren eine wesentlich geringere Virusmenge nachgewiesen werden kann.

### Genotypisierung

Die Genotypisierung des HCV ist Grundlage einer optimalen Individualtherapie. Patienten, die mit dem Genotyp 1, 4, 5 oder 6 infiziert sind, benötigen nach den heutigen Erkenntnissen eine längere Therapie als mit Genotyp 2 oder 3 Infizierte.

Genotyp 1, 4, 5 und 6 werden mit einer Therapiedauer von 48 Wochen veranschlagt, während bei Genotyp 2 und 3 in der Regel eine 24wöchige Therapie ausreichend erscheint. Auch haben Infizierte mit dem Genotyp 2 und 3 eine bessere Prognose bezüglich der Viruselimination. Diese Regel muss jedoch nicht auf jeden Patienten zutreffen.

## Hepatitis D

### Serologische Marker der Hepatitis D

Das Hepatitis-D-Virus (HDV) ist ein defektes bzw. unvollständiges Virus, das keine eigene Virushülle besitzt. Um sich zu vermehren, benötigt es die Virushülle eines sogenannten Helfervirus, des Hepatitis-B-Virus. Eine Infektion mit dem Hepatitis-D-Virus kann demzufolge nur geschehen, wenn der Betreffende an einer akuten oder chronischen Hepatitis B erkrankt ist.

HD-Ag persistiert nur kurz und ist bei der Superinfektion besser nachweisbar als bei der Koinfektion.

Anti-HD-IgM ist oft der einzige Marker im späten Akutstadium, wenn HD-Ag schon nicht mehr nachweisbar ist.

Anti-HD-IgG dient zur Verlaufsbeobachtung einer akuten oder chronischen Hepatitis D oder zum Nachweis einer abgelaufenen Infektion. Es ist meistens vier bis sechs Monate nach der Infektion positiv. Bei Ausheilung persistiert Anti-HD-IgG nur kurz.

### HDV-RNA (PCR)

Ein direkter Virusnachweis des Hepatitis-D-Virus ist nur sinnvoll bei akuter oder chronischer Hepatitis-B-Infektion, bzw. akutem Anstieg der Transaminasen (GOT, GPT) bei chronischer Hepatitis B.

Koinfektion bedeutet eine gleichzeitige Infektion mit dem Hepatitis-B- und -D-Virus.

Superinfektion bedeutet eine nacheinander erfolgende Infektion, wobei die Erstinfektion immer die Hepatitis B ist.

# Teil III: Autoantikörper

Autoantikörper sind gegen körpereigene Antigene gerichtete Antikörper, die durch eine Kreuzreaktion von Infektionskeimen (z.B. Viren, Bakterien) entstehen können. Antigen ist eine Substanz, die von einem Organismus als fremd erkannt wird und dadurch die Bildung von spezifischen Antikörpern auslöst. Die normalerweise gegenüber unserem körpereigenen Gewebe bestehende Selbsterkennung unseres Immunsystems wird aufgehoben bzw. gestört. Körpereigenes Gewebe wird als "fremd" empfunden und angegriffen.

Dieser Prozess kann zur Schädigung der Organe oder des gesamten Organismus führen.

Die Autoimmunhepatitis (AIH), die primär biliäre Zirrhose (PBC) sowie die primär sklerosierende Cholangitis (PSC) sind chronische durch Fehlsteuerung des Immunsystems bedingte Erkrankungen des Lebergewebes und der Gallenwege.

IFT, Immunoblot oder ELISA sind verschiedene Bestimmungsmethoden für bestimmte Untersuchungen und können von Labor zu Labor variieren.

Referenzbereiche für Autoantikörper		
<b>AMA</b> IF-qualitativ	negativ	
<b>AMA</b> IF-quantitativ	unter 1 : 40	Titer
<b>ANA</b>	bis zu 1 : 80	Titer (IFT)
<b>SMA</b>	unter 30 U/ml	(IFT)
<b>SLA</b>	unter 25 U/ml	
<b>p-ANCA</b>	unter 1 : 10	Titer (IFT)
<b>LKM</b>	negativ	(IFT)
<b>LP</b>	negativ	(Immunoblot)
<p><i>Diese Autoantikörper können zur Diagnostik der Autoimmunerkrankungen herangezogen werden und die Diagnose erhärten.</i></p>		

**AMA** = mitochondriale Antigene

**ANA** = antinukleäre Antikörper

**SMA** = Antigene in oder auf Skelettmuskelzellen (glatte Muskulatur)

**SLA** = Antikörper gegen lösliches Leberantigen

**p-ANCA** = zytoplasmatisches Antigen in neutrophilen Granulozyten

**LKM** = Leber-Nieren-mikrosomen-Antigen

**LP** = Leber Pankreas-Antigen

# Teil IV: Das Blutbild

Blut ist nicht nur eine rote Körperflüssigkeit, die bei Verletzungen als Blutung sichtbar wird, sondern ein lebenswichtiges Organ mit unterschiedlichsten und für den Organismus wichtigen Eigenschaften. Da es jedes Organ des Körpers erreicht, kann man mit speziellen Laboruntersuchungen Aussagen über die verschiedenen Organfunktionen oder Organerkrankungen machen. Die Basisuntersuchungen des Blutes umfassen das kleine Blutbild, das Differentialblutbild, die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit (Blutsenkung) und die Blutgerinnung.

## Zusammensetzung des Blutes im Normalfall

Das Blut besteht im Normalfall zu etwa 40–50% aus Feststoffen (Blutzellen oder Blutkörperchen):

- Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)
- Weiße Blutkörperchen (Leukozyten)
- Blutplättchen (Thrombozyten)

Zu 50–60% besteht das Blut aus Flüssigkeit (Blutplasma).

90% Wasser  
 8% Eiweißstoffe, z. B.: Gerinnungsfaktoren, Hormone und Enzyme  
 2% Fette, Salze, Mineralstoffe, Spurenelemente, Zucker und Vitamine.

**Blutplasma** = Alle flüssigen Bestandteile

**Blutserum** = Alle flüssigen Bestandteile ohne Gerinnungsfaktoren

Aufgaben des Blutes sind der Transport von Sauerstoff, Kohlendioxid und Nährstoffen, Blutgerinnung, die Erhaltung der gleichmäßigen Körpertemperatur, Abwehrfunktion und Erhaltung des Flüssigkeitshaushaltes.

## Das Blutbild

Die Bestimmung des Blutbildes ist eine der häufigsten Laboruntersuchungen. Hierbei wird zwischen dem "kleinen Blutbild" und dem "großen Blutbild oder Differentialblutbild" unterschieden.

Das kleine Blutbild beinhaltet die Bestimmung und Berechnung von

- der Anzahl der roten Blutkörperchen (Erythrozyten)
- dem Anteil der Blutzellen im Gesamtblut (Hämatokrit)

- der Menge an rotem Blutfarbstoff (Hämoglobin)
- der Anzahl der weißen Blutkörperchen (Leukozyten)
- der Anzahl der Blutplättchen (Thrombozyten)

Beim sogenannten großen Blutbild oder Differenzialblutbild werden noch zusätzlich die weißen Blutkörperchen (Leukozyten) in verschiedene Untergruppen aufgeteilt, um hierdurch weitere Hinweise auf Krankheiten und deren Verlaufsformen zu erkennen.

## Ery – Erythrozyten – rote Blutkörperchen

Frauen 4,1–5,1 Millionen/  $\mu\text{L}$

Männer 4,9–5,9 Millionen/  $\mu\text{L}$

Die Hauptaufgabe der Erythrozyten ist der Sauerstofftransport im Körper. Sie werden im Knochenmark gebildet und benötigen für die Erzeugung eine Reihe von bestimmten Substanzen wie z.B. Vitamin B12, Eisen und Folsäure. Sie besitzen keinen Zellkern und ihre Lebensdauer beträgt im Durchschnitt 120 Tage. Jeder gesunde Erwachsene verfügt über ungefähr 30.000 Milliarden roter Blutkörperchen. Wenn diese verbraucht sind, werden sie vorwiegend in der Milz "aussortiert", in ihre Bestandteile zerlegt und zum größten Teil recycelt. Erhöhte Werte finden sich bei Aufenthalt in großen Höhen, Hochleistungssportlern, Herz- und Lungenerkrankungen, Knochenmarkserkrankungen, Schwangerschaft, Rauchen und Flüssigkeitsmangel.

Erniedrigte Werte finden sich bei Blutarmut (Anämie), inneren und äußeren Blutungen wie z.B. Magen-Darmblutungen, Verletzungen, gestörter oder mangelhafter Erythrozytenproduktion, bei Eisen- und Vitaminmangel, Erythrozytenabbau und Zerstörung im Organismus, Mangel und Fehlernährung.

## Hb – Hämoglobin – Blutfarbstoff

Frauen 12–14 g/ dL

Männer 14–16 g/ dL

Als Hämoglobin bezeichnet man den roten Blutfarbstoff der Erythrozyten. Er ist deren wichtigster Bestandteil, macht 90% des Trockengewichts der Erythrozyten aus und ist für den Sauerstofftransport verantwortlich. Dieser Vorgang erfolgt, indem der rote



Blutfarbstoff den Sauerstoff aus der Atemluft in den Lungen an sich bindet, in alle Gewebe transportiert und dort im Austausch gegen Kohlendioxid abgibt. Beim Zerfall oder Abbau von Erythrozyten wird Blutfarbstoff freigesetzt und zu Gallenfarbstoffen, Eisen und Globin umgebaut. (Erhöhte und erniedrigte Werte: siehe Erythrozyten.)

Ebenso können bestimmte Arzneimittel zu einer Erhöhung oder Erniedrigung des Hämoglobins führen.

Carbamazepin und Furosemid können einen erhöhten Hämoglobinwert bewirken, während Acetylsalicylsäure, Chinin, Erythromycin, Phenobarbital, Methyldopa und Ribavirin in Kombination mit Interferon (Kombinationstherapie) zu erniedrigten Werten führen.

### HK – Hämatokrit

Frauen 35–47%  
Männer 40–52%

Der Hämatokrit gibt den Anteil des Volumens aller roten Blutkörperchen (= Gesamt-Erythrozytenvolumen) am Gesamtblut an. Feste Bestandteile sind rote Blutkörperchen (Erythrozyten), weiße Blutkörperchen (Leukozyten) sowie die Blutplättchen (Thrombozyten).

Mit Hilfe einer Zentrifuge wird das zu untersuchende Blut in seine festen und flüssigen Bestandteile aufgetrennt und die prozentuale Aufteilung abgelesen. Der Hämatokrit ist besonders von Bedeutung, um eine Blutarmut zu diagnostizieren.

Erhöhte Werte finden sich bei Neugeborenen, bei Diabetes mellitus Typ II, koronaren Herzkrankheiten, Erythrozytenvermehrung nach Organtransplantation, Schlaganfall, Polyglobulie (Vermehrung der roten Blutkörperchen durch Sauerstoffmangel im Körpergewebe), Polycythaemia vera (Blutbildungsstörung).

Verminderte Werte finden sich in der Schwangerschaft, bei Leistungssportlern, Blutverlust, vermehrtem Plasmavolumen.

Die Formbeurteilung der roten Blutkörperchen ist zur genauen Diagnosestellung einer Blutarmut von Bedeutung.

### Formbeurteilung der Erythrozyten (bei Erwachsenen)

MCV	80–96	µm <sup>3</sup>
MCH/HbE	28–33	pg
MCHC	33–36	g/dL

MCV =	mittleres Erythrozytenvolumen
MCH/HbE =	mittlerer Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten
MCHC =	mittlerer Hämoglobingehalt der Erythrozyten

Messwerte, die eine Beurteilung z.B. der roten Blutkörperchen anzeigen, werden als "Erythrozytenindizes" bezeichnet. Diese Erythrozytenindizes können nur bestimmt werden, wenn die Werte von Hämoglobin, Hämatokrit und Erythrozytenzahl bekannt sind.

Erhöhte MCV-Werte finden sich bei Behandlung einer Eisenmangelanämie, Rauchen, Leberzirrhose, Alkoholismus, Vitamin-B12-Mangel, Folsäuremangel.

Erhöhte MCH/HbE-Werte finden sich bei Vitamin-B12-Mangel, Folsäuremangel und Eisenmangelanämie.

Erhöhte MCHC-Werte finden sich bei erblicher Erkrankung der roten Blutkörperchen (Sphärozytose).

Bei erhöhtem MCV befinden sich überwiegend rote Blutkörperchen im Blut, die größer sind als normal.

Dies kann ein Hinweis sein auf eine so genannte makrozytäre (makro = groß) Anämie, die bei chronischem Alkoholkonsum vorkommen kann.

Erniedrigte Werte für MCV, MCH/HbE und (selten) MCHC finden sich bei Eisenmangel, Kupfermangel, Vitamin-B6-Mangel, Blutarmut (Anämie).

Bei erniedrigtem MCV befinden sich überwiegend rote Blutkörperchen im Blut, die kleiner sind als normal.

Dies kann ein Hinweis sein auf eine so genannte mikrozytäre (mikro = klein) Anämie, wie sie bei chronischem Blutverlust, bei Vitamin- und Eisenmangel vorkommen kann.

**Leuko – Leukozyten  
– weiße Blutkörperchen**

Erwachsene 4.400-11.300/  $\mu$ L

Leukozyten sind größer als Erythrozyten und enthalten keinen roten Blutfarbstoff. Sie besitzen im Gegensatz zu den Erythrozyten einen Zellkern und werden in drei unterschiedlich geformte Zelltypen unterteilt: Granulozyten, Monozyten, Lymphozyten.

Leukozyten werden im Knochenmark und in den Lymphknoten gebildet und in der Milz und im Thymus für ihre zukünftige Aufgabe programmiert. Hauptaufgabe der weißen Blutkörperchen ist die Abwehr von Krankheitserregern und Fremdstoffen, weshalb sie auch als "Schutzpolizei" des Körpers bezeichnet werden. Leukozyten haben die Fähigkeit, die Blutbahn zu verlassen und ins Gewebe zu wandern, um direkt an Ort und Stelle ihre Abwehrfunktion zu erfüllen. Nur etwa zehn Prozent aller Leukozyten zirkulieren ständig im Blut. Die restlichen befinden sich im Knochenmark, in den Lymphknoten und im Gewebe. Erhöhte Leukozytenwerte im Blut deuten in der Regel darauf hin, dass sich das körpereigene Abwehrsystem in Alarmbereitschaft befindet.

Erhöhte Werte finden sich bei bakteriellen Infektionen (allgemein und lokalisiert), Entzündungen, psychischem Stress, Hochleistungssport, Schwangerschaft, Schocksyndrom, Herzinfarkt (Gewebenekrosen), bösartigen Tumorerkrankungen, Hormonüberdosierung (Kortison, Schilddrüsen- und Nebenschilddrüsenhormone), Vergiftungen, Erkrankungen des zentralen Nervensystems, Impfreaktionen, Leukämie, Blutbildungsstörung, chronischer Belastung durch Umweltschadstoffe, Arzneimittel (z. B. Erythromycin-Antibiotika, Antibabypille).

Verminderte Werte finden sich bei bakteriellen Infektionen wie Typhus und Paratyphus, bakteriellen Infektionen mit Blutvergiftung (Sepsis), Virusinfektionen z. B. Hepatitis, Immunschwäche, Knochenmarksschäden (Strahlen, Zellgifte, Umweltgifte, Schwermetalle), Autoimmunerkrankungen, Bindegewebserkrankungen, Milzüberfunktion, Mangel an Mikronährstoffen (Vitamine, Mineralstoffe, Fett- und Aminosäuren), Lymphzellen-Wucherungen, Arzneimittel (z. B. Acetylsalicylsäure, Zytostatika, Kortison, Penicillin-Antibiotika, Methyldopa, Interferon), radioaktiver Strahlung, allgemeiner Erschöpfung.

**Differenzialblutbild**

**Erwachsene**

Segmentkernige neutrophile Granulozyten	50–70 %
Stabkernige neutrophile Granulozyten	3–5 %
Eosinophile Granulozyten	2–4 %
Basophile Granulozyten	0–1 %
Lymphozyten	25–40 %
Monozyten	2–8 %

Die Untersuchung der weißen Blutkörperchen, eine sogenannte Leukozytenanalyse, liefert genauere Hinweise auf Art und Zeitpunkt einer Störung oder Erkrankung im Organismus.

Während des Verlaufs eines infektiösen Prozesses im Körper können unterschiedliche – verminderte und erhöhte – prozentuale Werte der verschiedenen Gruppen der weißen Blutkörperchen nachweisbar sein.

Den größten Teil der weißen Blutkörperchen im normalen Blutbild machen die neutrophilen Granulozyten aus. Diese sind vor allem während der ersten Phase einer Entzündung im Organismus vermehrt im Blut nachweisbar. Ist die Anzahl der neutrophilen Granulozyten im Differenzialblutbild erhöht, entspricht dies einer erhöhten Leukozytenzahl. Monozyten sind die größten weißen Blutkörperchen. Sie haben die Fähigkeit, sich in spezielle bewegliche Fresszellen (Makrophagen) oder ortsgebundene Fresszellen (Histiozyten), die sich im Gewebe befinden, umzufunktionieren. Makrophagen und Histiozyten sind für die Entfernung von körperfremden Stoffen zuständig. Lymphozyten sind ganz spezielle Zellen des körpereigenen Immunsystems, die vor allen Dingen bei Virusinfektionen, Pfeifferschem Drüsenfieber (infektiöser Mononukleose) und chronisch lymphatischer Leukämie Formveränderungen aufweisen.

**Neutrophile Granulozyten**

Erhöhte Werte für neutrophile Granulozyten finden sich bei körperlichem und psychischem Stress, bakteriellen Infektionen, Pilz-, Parasiten- und Virusinfektionen, chronisch entzündlichen Erkrankungen, Stoffwechselerkrankungen wie Diabetes mellitus und Gicht, Leberkoma, Vergiftungen, akutem Blutverlust, bösartigen Tumoren, Blutkrebs, Knochenmarkserkrankungen, Blutbildungsstörungen, Entfernung der Milz, Rauchen.

Verminderte Werte für neutrophile Granulozyten finden sich bei Autoimmunerkrankungen, Arzneimitteln,

Chemotherapie bei Krebserkrankungen, Knochenmarkserkrankungen, HIV, Epstein-Barr-Virus-Infektion, Zeckenbiss, angeborene Neutrophilenschwäche, schwerem Vitamin B12 und Folsäuremangel.

### Eosinophile Granulozyten

Erhöhte Werte für eosinophile Granulozyten finden sich in der Heilphase nach Infektionen, bei allergischen Reaktionen wie Asthma und Neurodermitis, körperlichem und psychischem Stress, Befall von Parasiten, bestimmten Infektionskrankheiten (Scharlach, Masern, Ruhr, Gonorrhö, Amöbiasis), Stichen und Bissen von giftigen Tieren, Blutkrebs, Krebserkrankungen, Neurodermitis, chronischen Gelenkentzündungen, Röntgenbestrahlung, Arzneimitteln (z.B. Acetylsalicylsäure, Antibiotika).

Verminderte Werte für eosinophile Granulozyten finden sich bei psychischem Stress, Akutphasen von Infektionen, nach Unfällen oder Operationen, Hormonbehandlung, Arzneimitteln (Ephedrin).

### Basophile Granulozyten

Erhöhte Werte für basophile Granulozyten finden sich in der Heilphase nach Infektionen, chronischen Entzündungen, Nasennebenhöhlenentzündungen, Schilddrüsenunterfunktion, Windpocken, Leberzirrhose, Röntgenbestrahlung, Östrogeneinnahme, Blutbildungsstörungen.

Verminderte Werte für basophile Granulozyten finden sich bei akuten allergischen Reaktionen, im Akutstadium einer Lungenentzündung, Schilddrüsenüberfunktion, Hormontherapie.

### Monozyten

Erhöhte Werte für Monozyten finden sich bei akuten Infektionen, Tuberkulose, Malaria, Lues, Brucellose, Hepatitis, Typhus, Blutkrebs, Knochenmarkserkrankungen, Krebserkrankungen, Arzneimittelnebenwirkungen, Regeneration nach einer Chemotherapie.

Verminderte Werte für Monozyten finden sich bei Erkrankungen und Zuständen, die das Knochenmark zerstören.

### Lymphozyten

Erhöhte Werte für Lymphozyten finden sich in der Heilungsphase nach Infektionen, bei Grippe, Keuchhusten, Röteln, Masern, chronischen Infektionen, akutem und chronischem Blutkrebs, rheumatischen Erkrankungen, neurovegetativen Störungen, Krebser-

krankungen, Hepatitis, Unterfunktion der Schilddrüse.

Verminderte Werte für Lymphozyten finden sich bei Nährstoffmangel (Zink, Vitamin B6, Vitamin E, Selen, Biotin, Magnesium), Stresszuständen, Akutphasen von Infektionen, körperlicher Belastung, nach Operationen, schweren Verletzungen und Verbrennungen, Blutkrebs, Nierenversagen, Therapie mit Zytostatika, starker Belastung durch Röntgenstrahlen, angeborene Immunstörung, Tuberkulose, HIV-Infektion.

## Thrombozyten – Blutplättchen

Erwachsene 140 000 - 400 000/ $\mu$ l

Thrombozyten sind sehr kleine - 2 bis 4 $\mu$ m - scheibchenförmige kernlose Zellen, die im Knochenmark gebildet werden. Ihre Lebensdauer beträgt nur acht bis vierzehn Tage. Sind sie verbraucht, werden sie in der Leber und der Milz abgebaut. Die Blutplättchen sind ein wichtiger Zellbestandteil des Blutes, da mit ihrer Hilfe kleinere Gefäßverletzungen innerhalb weniger Minuten abgedichtet werden. Hierzu lagern sich die Thrombozyten an die Wundränder an und bilden einen Blutpfropf, den so genannten Thrombus, der einen weiteren Blutverlust verhindern soll. Gerinnungsfaktoren, die in den Thrombozyten enthalten sind, werden daraufhin in das Blut freigesetzt und aktivieren in einer Kettenreaktion das gesamte Blutgerinnungssystem zur Reparatur des Defektes bzw. der Verletzung. Bei einer starken Verminderung der Blutplättchen ist die Gefahr einer erhöhten Blutungsneigung gegeben, die bedrohliche Ausmaße annehmen kann, wenn der Mechanismus der Blutgerinnung versagt. Stark erhöhte Thrombozytenwerte führen hingegen zu einem erhöhtem Thromboserisiko.

Erhöhte Werte finden sich bei Infektionskrankheiten, Erkrankungen des Knochenmarks, Tumoren, chronischen Entzündungen, schweren Eisenmangelkrankungen, nach Entfernung der Milz, bei Blutkrebs, Blutarmut durch Blutzellenzerfall, Hormonbehandlungen.

Erniedrigte Werte finden sich bei: Störung der Blutplättchenbildung im Knochenmark, Störung der Abwehrfunktion (immunologische Prozessen), chronischen Vergiftungen z.B. Arsen, Benzol), Arzneimitteln (Antibiotika, Zytostatika, Heparin, Aminophenazon, Carbamazepin, Chinin, Phenylbutazon, Valproinsäure, Interferon), Milzvergrößerung, Alkohol, Strahlen- und Chemotherapie, nach Infektionen und bei angeborener verminderter Thrombozytenzahl.

# Teil V: Die Blutgerinnung

Ohne die Fähigkeit unseres Körpers, Blutungen zum Stillstand zu bringen, wären wir ständig der Gefahr des Verblutens ausgesetzt. Unmittelbar nach jeder Verletzung der Blutgefäße versucht der Organismus auf schnellstmöglichem Wege, die Wunde abzudichten. Zum Schutz vor größerem Blutverlust verfügt unser Körper über ein äußerst kompliziertes und perfekt funktionierendes Sicherheitssystem, das so genannte Blutgerinnungssystem. Innerhalb von wenigen Sekunden werden nach einer inneren oder äußeren Verletzung Blutplättchen (Thrombozyten), verschiedene Gerinnungsfaktoren (30 Gerinnungsfaktoren, überwiegend Eiweiße, sind bekannt) mobilisiert. Die Blutgerinnung wird dadurch eingeleitet, dass Enzyme und Gerinnungsfaktoren von den Thrombozyten freigesetzt werden. Ein Fibrinnetz entsteht, in dem die Thrombozyten hängen bleiben. Durch das darauf folgende Zusammenziehen dieses Fibrinnetzes wird die Wundoberfläche verkleinert. Die Thrombozyten klumpen an den Rändern der Gefäße zusammen und bilden einen Pfropf, der in der Lage ist, kleine Wunden provisorisch zu verschließen. Alle Faktoren der Blutgerinnung aktivieren sich gegenseitig in einer Kettenreaktion, der so genannten Gerinnungskaskade. Durch eine gestörte Funktion der Thrombozyten oder der Gerinnungsfaktoren kann es zu einer mangelhaften Blutgerinnung kommen.

Anzeichen einer Störung der Blutgerinnung können sein: Spontane Haut- und Schleimhautblutungen wie z.B. Nasenbluten, häufige blaue Flecken, lange und starke Menstruation, winzige Blutpünktchen an den Beinen, lange nachblutende Verletzungen.

der Fingerkuppe, und dem Stillstand der Blutung liegt. Die Länge der Blutungszeit ist von der Thrombozyten- und Gefäßfunktion, sowie der Blutgerinnungsfunktion insgesamt abhängig.

Eine verlängerte Blutungszeit findet sich u.a. bei Knochenmarkserkrankungen unterschiedlicher Ursache, schwerem Eisenmangel, Blutarmut durch Blutzellenzerfall (hämolytische Anämie), Behandlung mit Adrenalin.

Eine verkürzte Blutungszeit findet sich bei einer Störung der Blutplättchenfunktion durch krankhafte Thrombozytenveränderung (Thrombozythopathie).

## Thromboplastinzeit (PTZ) = Quickwert

70–120 %  
2,0–4,5 nach INR  
15–25 % bei einer Therapie mit gerinnungshemmenden Substanzen (z.B. Cumarin)

Der Quickwert, auch als Thromboplastinzeit bezeichnet, gibt Auskunft, ob eine Reihe wichtiger, genau definierter Gerinnungsfaktoren intakt ist. Vor Operationen ist eine Quickbestimmung empfehlenswert, um bedrohliche Blutungen durch Gerinnungsstörungen frühzeitig erkennen zu können.

Eine Blutprobe wird zur Gerinnung gebracht und die gemessene Zeit mit Normalblut-Zeiten verglichen.

Erkrankungen mit verlängerter Thromboplastinzeit sind Lebererkrankungen (z.B. Leberzirrhose), Vitamin-K-Mangel, angeborener oder erworbener Gerinnungsfaktorenmangel, Blutarmut (hämolytische Anämie) und die Behandlung mit Adrenalin.

Die Thromboplastinzeit ist bei Störungen der Blutstillung, wie z.B. bei einer fortgeschrittenen chronischen Lebererkrankung und bei einer Therapie mit gerinnungshemmenden Mitteln verlängert, wodurch sich niedrige Prozentzahlen des Quickwertes ergeben.

## Basislaboruntersuchungen zur Prüfung der Blutgerinnungsfunktion

- Anzahl der Thrombozyten
- Blutungszeit
- Thromboplastinzeit = Quickwert (TPZ)
- Partielle Thromboplastinzeit (PTT)
- Fibrinogen

*Zu Thrombozyten: Siehe Kapitel IV.*

## Blutungszeit

4–6 Minuten

Als Blutungszeit wird die Zeitspanne bezeichnet, die zwischen einer künstlich gesetzten Blutung, z.B. an

## Partielle Thromboplastinzeit (PTT)

unter 38 Sekunden (kann von Labor zu Labor variieren)

Als weitere Überprüfung der Gerinnungsfaktoren dient die partielle Thromboplastinzeit PTT. Durch Zusatz eines bestimmten Stoffes wird die Blutprobe zur Gerinnung gebracht, wobei die Zeit bis zum

Einsetzen der Gerinnung gemessen wird. PTT erfasst in der Hauptsache die in der Leber produzierten Gerinnungsfaktoren. Dies ist eine wichtige Untersuchung bei Verdacht auf eine erblich bedingte Blutkrankheit, die Hämophilie, bei der bestimmte Gerinnungsfaktoren defekt sind.

Erhöhte Werte bzw. eine verlängerte PTT können ein Hinweis auf eine Störung der Blutstillung (Hämostase) oder eine Hämophilie sein. Auch bei einer Therapie mit gerinnungshemmenden Medikamenten (z. B. Heparin) ist die PTT verlängert.

### Fibrinogen

200–400 mg/dL

Fibrinogen wird in der Leber gebildet und ist ein löslicher Eiweißstoff, der im Blutserum vorkommt. Bei der Blutgerinnung entsteht unter Einwirkung von Thrombin der Blutfaserstoff Fibrin. Fibrinogenmessungen dienen in erster Linie dem Nachweis und der Verlaufskontrolle von Erkrankungen mit erhöhtem Fibrinverbrauch. Auch ist der Fibrinogenwert ein Hinweis auf Gerinnungsvorgänge innerhalb der Blutgefäße.

Erhöhte Fibrinogenwerte finden sich bei Entzündungen in der Akutphase, Verbrennungen, Verletzungen oder Tumoren, Nierenerkrankungen, Krebserkrankungen von Bauchspeicheldrüse und Lunge, Diabetes mellitus, Schwangerschaft, Rauchern. Erhöhtes Fibrinogen ist ein Risikofaktor für einen akuten Herzinfarkt oder Schlaganfall.

Erniedrigte Werte finden sich bei Leberzirrhose, Knollenblätterpilzvergiftung, Durchblutungsstörung der Leber bei akuter Rechtsherzzeitenschwäche, Thrombosen, starken Blutungen, angeborenem oder erworbenem Fibrinogenmangel, Erkrankungen mit erhöhtem Fibrinogenverbrauch.

### Blutkörperchensenkungs- geschwindigkeit (BSG)

**Referenzbereich für Erwachsene bis zum 50.**

**Lebensjahr:**

Frauen unter 25 mm in der ersten Stunde

Männer unter 15 mm in der ersten Stunde

**ab dem 50. Lebensjahr:**

Frauen unter 30 mm in der ersten Stunde

Männer unter 20 mm in der ersten Stunde

Die BSG gehört zum Basisprogramm jeder Laboruntersuchung und ist einfach und schnell durchzuführen. Als Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit wird die Geschwindigkeit bezeichnet, mit der die festen Bestandteile des Blutes in einem senkrecht aufgestelltem Röhrchen nach unten absinken. Diese wohl bekannteste und älteste Methode gibt Hinweise auf Entzündungsprozesse im Körper, wobei über den Ort der Entzündung und deren Ursache keine Aussage gemacht werden kann. Eine erhöhte BSG darf jedoch nicht automatisch auf eine Krankheit schließen lassen. Andererseits schließt eine normale BSG nicht aus, dass ein nichtentzündlicher Prozess vorliegt.

Eine erhöhte BSG findet sich bei akuten und chronischen Entzündungen (vor allem bakterieller Art), Blutarmut (Anämie), Erkrankungen mit abnormalen Erythrozytenformen z. B. Sichelzellenanämie, Vergrößerung der roten Blutkörperchen bei Lebererkrankungen (Makrozytose), Vitamin-B12-Mangel, Folsäuremangel, Schwangerschaft, chronischen Darmerkrankungen, rheumatischen Erkrankungen, erhöhtem Fettanteil im Blut.

Eine erniedrigte BSG findet sich bei Vermehrung der roten Blutkörperchen (Polyglobulie), Blutbildungsstörungen, allergischen Erkrankungen, Neugeborenen, Medikamenten (Acetylsalicylsäure, Cortison, Antirheumatika), angeborener Formabweichung der roten Blutkörperchen (Erythrozytenanomalie).

# Teil VI: Schilddrüsenwerte

## Schilddrüsenwerte Erwachsene

<b>TSH</b>	0,27–4,2 µU/ mL
<b>T3</b>	0,8–2,0 ng/ mL
<b>T4</b>	5,1–14,1 µg/dL

### Laborwerte der Schilddrüse bei Unterfunktion:

T3 fällt, T4 fällt, TSH steigt.

### Laborwerte der Schilddrüse bei Überfunktion:

T3 steigt, T4 steigt, TSH fällt.

Schilddrüsenhormone sind bei allen Stoffwechsellvorgängen im Körper beteiligt und spielen eine zentrale Rolle.

T3 (Thyroxin) und T4 (Trijodthyronin) werden von der Schilddrüse produziert. Hauptbestandteil dieser Hormone ist Jod, ein Spurenelement, das mit der Nahrung aufgenommen wird. Die Freisetzung der beiden Hormone T3 und T4 wird durch das Hormon TSH (Thyreotropin od. Thyreoidea stimulierenden Hormon) gesteuert (Thyreoidea = Schilddrüse). TSH wird in der Hirnanhangdrüse gebildet. Eine Überfunktion der Schilddrüse wird Hyperthyreose, eine Unterfunktion Hypothyreose genannt. Bei einer Hyperthyreose, einer Schilddrüsenüberfunktion, finden sich vermehrt Schilddrüsenhormone im Blut. Alle Stoffwechsellvorgänge des Körpers sind beschleunigt und laufen sozusagen auf Hochtouren. T3 und T4 sind erhöht. Als Reaktion auf diese Erhöhung wird die Freisetzung des TSH von der Hirnanhangdrüse gedrosselt; der TSH-Spiegel im Blut sinkt.

Symptome einer Schilddrüsenüberfunktion sind Nervosität, Erregbarkeit, Rastlosigkeit, Hitzewallungen, erhöhte Körpertemperatur, Gewichtsverlust trotz normaler Nahrungsaufnahme, Haarausfall, Herzrasen, Herzrhythmusstörungen, vermehrter Stuhlgang, Durchfall, Zittern der Hände.

Bei einer Hypothyreose, einer Unterfunktion der Schilddrüse, befinden sich zu wenig Schilddrüsenhormone im Blut, da diese vermindert produziert werden. Der gesamte Stoffwechsel läuft demzufolge nur mit reduzierter Kraft, und sämtliche Vorgänge im Körper sind verlangsamt. T3 und T4 sind erniedrigt. Als Folge dieser Erniedrigung beschleunigt die Hirnanhangdrüse die Freisetzung von TSH; der TSH-Spiegel im Blut steigt.

Symptome einer Schilddrüsenunterfunktion sind Müdigkeit, allgemeine Verlangsamung, blasse Haut, strohige Haare, Kälteempfindlichkeit, Gewichtszunahme ohne übermäßige Nahrungszufuhr, Verstopfung, verlangsamer Herzschlag, rauhe, heisere tiefe Stimme, Depressionen.

Erhöhte T3-Werte finden sich bei Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose), T3-Überschuss in der Kindheit.

Erniedrigte T3-Werte finden sich bei Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose), verminderter Stoffwechselleistung des Körpers bei älteren Menschen.

Erhöhte T4-Werte finden sich bei Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose).

Erniedrigte T4-Werte finden sich bei Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose), verminderter Stoffwechselleistung des Körpers, Schwangerschaft.

Erhöhte TSH-Werte finden sich bei Kropf (Struma) durch Jodmangel, Schilddrüsenentzündungen mit Schilddrüsenunterfunktion (Autoimmunthyreoiditis).

Erniedrigte TSH-Werte finden sich bei Schilddrüsenadenom, Schilddrüsenentzündung mit Schilddrüsenüberfunktion (Autoimmunthyreoiditis), Basedow-Krankheit, Hashimoto-Erkrankung, Schilddrüsenhormontherapie.

Allein auf der Basis von Blutuntersuchungen kann eine Schilddrüsenenerkrankung nicht diagnostiziert werden. Zur Diagnosebestätigung gehören noch die Tastuntersuchung und eine Ultraschalluntersuchung (Sonographie). In einigen Fällen kann auch ein Szintigramm erforderlich sein.

Bei Verdacht auf eine Schilddrüsenentzündung (Autoimmunerkrankung der Schilddrüse) kann mittels weiterer Blutuntersuchungen noch ein Schilddrüsen-Antikörpertest durchgeführt werden.

## Schilddrüsen-Antikörper

TSH-Rezeptoren-AK	unter 10 IU/L
Thyreoglobulin-AK	unter 115 kU/L
Mikrosomale-AK	unter 120 kU/L

Unter einer Interferon-Therapie kommt es gehäuft zu einer Interferon-induzierten Thyreoiditis (Schilddrüsenentzündung), die meist mit einer Überfunktion einher geht. Das Beenden einer Interferon- bzw. Kombi-

therapie (Interferon plus Ribavirin) ist jedoch nicht in jedem Falle erforderlich, wenn die Schilddrüsenfunktion gut eingestellt ist (bei Überfunktion mit Thyreostatikum z.B. Carbimazol, bei Unterfunktion mit Schilddrüsenhormonen z. B. L-Thyroxin).

Unter Therapie und in der Nachsorge sollten jedoch T3, T4 und TSH sowie eventuell die Schilddrüsenantikörper engmaschig und regelmäßig kontrolliert werden. Falls sich diese Werte verändern, lassen sie sich dann dementsprechend durch Dosisanpassung der Medikamente richtig einstellen.

## Teil VII: Fette

### Cholesterin

Der optimale Cholesterinwert sollte in der Regel niedriger als 200 mg/dl liegen. Jedoch muss auch das Alter bei der Beurteilung des Referenzbereiches berücksichtigt werden.

Für Kinder gelten andere Referenzbereiche. Bei der Bestimmung des Cholesterins sollte die letzte Nahrungsaufnahme mindestens 12 Stunden zurückliegen.

Cholesterin ist eine fettähnliche Substanz und wird zu 75% im Organismus, und zwar in der Leber gebildet. 25% werden über die Nahrungsaufnahme abgedeckt. Es ist Ausgangsstoff für die Bildung von Gallensäuren, Vitamin D und Hormonen. Ausgeschieden wird Cholesterin mit Hilfe der Gallenflüssigkeit über Galle und Darm.

Cholesterin kommt nur in tierischen Nahrungsmitteln vor und wird dann zur Gefahr, wenn es sich in den Gefäßen anlagert. Erhöhte Werte begünstigen das Entstehen von Gefäßverkalkungen (Arteriosklerose) und erhöhen das Risiko eines Herzinfarktes. Erhöhte Cholesterinwerte bleiben oft über Jahre unbemerkt, da sie anfangs oft keine Beschwerden machen. Krankhafte Veränderungen werden daher oftmals zufällig diagnostiziert.

Erhöhte Cholesterinwerte finden sich bei cholesterinreicher Ernährung (überwiegend tierischen Produkten), familiär bedingten angeborenen Fettstoffwechselstörungen, erworbenen Fettstoffwechselstörungen, Unterfunktion der Schilddrüse (Hypothyreose), Schwangerschaft, erhöhtem Alkoholkonsum, Medikamenten (z.B. Antibabypille, Cortison) Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), Nierenerkrankungen (nephroti-

Alter	Referenzbereich	mäßiges Risiko	hohes Risiko
< 20 Jahre	bis 170 mg/ dL	> 170 mg/ dL	> 185 mg/ dL
20 bis 30 Jahre	bis 200 mg/ dL	> 200 mg/ dL	> 220 mg/ dL
30 bis 40 Jahre	bis 220 mg/ dL	> 220 mg/ dL	> 240 mg/ dL
über 40 Jahre	bis 220 mg/ dL	> 240 mg/ dL	> 260 mg/ dL

Tab. 1: **Cholesterin:** Referenz- und Risikobereiche

sches Syndrom), psychischem Stress, Fettsucht (Adipositas), Arteriosklerose.

Chronisch erhöhte Cholesterinwerte sind ein Risiko für Herz-, Kreislaufkrankungen wie Durchblutungsstörungen, Herzinfarkt und Schlaganfall, da sie auf Dauer eine gefäßschädigende Wirkung haben.

Verminderte Werte finden sich bei cholesterinärmer Ernährung, schweren Leberschäden, Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose), chronischem Durchfall.

Erniedrigte Cholesterinwerte kommen in der Regel eher seltener vor. Sie sind hauptsächlich ernährungsbedingt oder treten bei schweren Schäden von Leber und Schilddrüse auf. Menschen mit einem zu niedrigen Cholesterinspiegel haben ein relativ geringes Herzinfarktisiko.

### HDL- und LDL-Cholesterin

#### Die Lipoproteine HDL und LDL

Wie hoch das Risiko einer Gefäßverkalkung ist, lässt sich noch viel besser beurteilen, wenn zum Gesamtcholesterin auch die cholesterinbeladenen Lipoproteine HDL und LDL bestimmt werden. Da Cholesterin nicht wasserlöslich ist, muss es im Blutplasma an Eiweißstoffe angebunden werden. Durch

<b>HDL-Cholesterin</b>			
	<b>kein Risiko</b>	<b>mäßiges Risiko</b>	<b>hohes Risiko</b>
<b>Frauen</b>	> 65 mg/ dL	65 bis 45 mg/ dL	< 45 mg/ dL
<b>Männer</b>	> 55 mg/ dL	55 bis 35 mg/ dL	< 35 mg/ dL

Tab. 2: **HDL-Cholesterin:** Referenz- und Risikobereiche

die Mithilfe so genannter Lipoproteine kann es im Körper zu jeder einzelnen Zelle transportiert werden.

HDL-Cholesterin wird auch als "gutes" Cholesterin bezeichnet. Es besteht ein gewisser Schutz vor Arteriosklerose, wenn die Werte des HDL im Referenzbereich liegen. HDL-Cholesterinwerte werden von Hormonen, Geschlecht, Alter und durch Rauchen beeinflusst.

Niedrige HDL-Werte stellen ein erhöhtes Risiko für eine Arteriosklerose dar, wenn gleichzeitig ein erhöhter Gesamtcholesterinspiegel besteht. In amerikanischen Studien wurde belegt, dass der überwiegende Teil von Herzinfarktpatienten HDL-Werte unter 35 mg/dl aufwies.

<b>LDL-Cholesterin</b>
Erwachsene unter 155 mg/dL

LDL, auch "schädliches" Cholesterin genannt, begünstigt die Einlagerung von Plaques an den Gefäßwänden und ist daher ein hoher Risikofaktor für arteriosklerosebedingte Erkrankungen.

Der Anteil an HDL, das eine gewisse Schutzwirkung ausübt, sollte möglichst hoch sein, während der Anteil des LDL, das die Gefäßverkalkung fördert, möglichst niedrig sein sollte.

**Was sollte bei einem erhöhten Cholesterinspiegel beachtet werden?**

Bei einem erhöhten Cholesterinspiegel ist eine regelmäßige Kontrolle der Blutfette wichtig. Da eine Vielzahl von verschiedenen Faktoren den Cholesterinspiegel beeinflussen können, hat ein einmalig erhöhtes Cholesterin keine Aussagekraft.

Zur Senkung eines erhöhten Cholesterins kann eine Nahrungsumstellung auf eine fett- und cholesterinarme Ernährung (tierisch eiweißarme Vollwertkost) von Nutzen sein; ebenso eine Gewichtsreduzierung bei Übergewicht.

Sportliche Aktivitäten wie Joggen, Fahrradfahren und Schwimmen beeinflussen den Cholesterinwert. Das "gute" HDL-Cholesterin steigt an, das "schlechte" LDL-Cholesterin fällt ab. Sind all diese Maßnahmen nicht von Nutzen und lässt sich eine ausreichende Senkung des Cholesterinwertes nicht erreichen, müssen in der Regel cholesterinsenkende Medikamente

verordnet werden. Dies geschieht, um mögliche Folgeerkrankungen wie Herzinfarkt und Schlaganfall zu verhindern.

**Was bedeuten erniedrigte Cholesterinwerte?**

Auffällig niedrige Cholesterinwerte können auf andere Stoffwechselerkrankungen wie z. B. eine Schilddrüsenunterfunktion hinweisen. Ebenso können sich erniedrigte Werte bei Unterernährung und Störungen der Nahrungsaufnahme im Darm zeigen. Bei schweren Leberschäden und chronischem Durchfall können ebenfalls niedrige Werte im Blut messbar sein.

<b>Cholesteringehalt tierischer Nahrungsmittel</b>	
<b>Nahrungsmittel</b>	<b>Cholesteringehalt (pro 100 g)</b>
Eigelb	1650 mg
Innereien (Leber, Niere)	380 mg
Butter	280 mg
Mayonnaise	150 mg
Wurst	100 mg
Camembert 50 %	93 mg
Kalbfleisch	90 mg
Forelle geräuchert	89 mg
Brathähnchen	81 mg
Lachs	60 mg
Quark 40 %	37 mg
Vollmilch 3,5 %	12 mg
Quark 10 %	1 mg
<b>zum Vergleich:</b>	
Kartoffeln	0 mg
Äpfel	0 mg
Brötchen	0 mg
Eiweiß	0 mg
Distelöl	0 mg
Olivenöl	0 mg
Ananas	0 mg
Avocados	0 mg
Bananen	0 mg

Tab. 3: Im Gegensatz zu tierischen Nahrungsmitteln sind Gemüse (außer Hülsenfrüchten), Obst, Nüsse und Samen praktisch cholesterinfrei. Bei erhöhtem Cholesterinwert sind lediglich 300 mg Cholesterin pro Tag erlaubt.

### Triglyzeride

Erwachsene unter 200 mg/dL

Triglyzeride, die als Energielieferant und Baustoff für die Zellen dienen, werden vorwiegend durch die Nahrung aufgenommen. Im Bedarfsfall werden sie vom Körper aus dem Fettgewebe freigesetzt. Sie sind Gemische von Fettstoffbausteinen und werden auch als Neutralfette bezeichnet. Findet man erhöhte Triglyzerid-Werte, so ist dies meistens nahrungsbedingt, kann jedoch auch angeboren sein.

Erhöhte Triglyzerid-Werte finden sich bei angeborenen Fettstoffwechselstörungen (Hypertriglyceridämie Typ IV), Nierenerkrankungen, Lebererkrankungen, Arte-

riosklerose, Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose), Bauchspeicheldrüsenentzündung (Pankreatitis), Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), Fettsucht (Adipositas), Alkoholmissbrauch.

Erniedrigte Triglyzerid-Werte finden sich bei Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose) und durch Krankheit stark geschwächten Patienten.

Erhöhte Triglyzerid-Werte lassen sich durch regelmäßige und ausreichende Bewegung, Abbau von eventuellem Übergewicht und Vermeidung von psychischem Stress senken. Ebenso kann bei Rauchern der Verzicht auf dieses sich positiv auswirken. Ansonsten erfolgt in der Regel die Gabe von Lipidsenkern.

## Teil VIII: Nierenwerte

### Kreatinin

Männer unter 1,2 mg/ dL  
Frauen unter 0,9 mg/ dL

Kreatinin ist ein Endprodukt des Muskelstoffwechsels, das in das Blut abgegeben und über die Nieren ausgeschieden wird. Die Menge des Kreatinins im Blut ist abhängig von der Muskelmasse des Menschen und der Filter- und Ausscheidungsfähigkeit der Nieren. Die Messung des Kreatininwertes dient in erster Linie als Verlaufskontrolle bei eingeschränkter Nierenfunktion. Ein deutlicher Anstieg des Kreatininwertes ist jedoch erst zu erwarten, wenn die Filtrationsfähigkeit der Nieren um 50% eingeschränkt ist.

Erhöhte Kreatininwerte finden sich bei Muskelzerstörungen (z.B. Quetschungen, Verbrennungen, Verletzungen), Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), chronischer Nierenschwäche (Niereninsuffizienz bei Glomerulonephritis), Nierenvergiftung (z.B. Schwermetalle oder Lösungsmittel), Blutkörperchenzerfall (Hämolyse), Arzneimitteln (Antibiotika, Chemotherapie).

Erniedrigte Kreatininwerte finden sich bei geringer Muskelmasse, akuter und chronischer Muskelerkrankung (Myopathien), Muskelzerstörung, älteren Menschen und in der Schwangerschaft.

### Harnstoff

Erwachsene unter 50 mg/dL

In unserem Körper werden Eiweiße nicht nur ständig auf-, sondern auch abgebaut. Die dabei frei gewordenen Aminosäuren (Eiweißbausteine) werden zum einen direkt zum Aufbau neuer Eiweiße verwendet oder müssen aus dem Körper ausgeschieden werden. Hierbei werden sie in weitere Bestandteile zerlegt. Bei letzterem Schritt entsteht Ammoniak, der besonders bei der Verstoffwechslung von tierischem Eiweiß anfällt. Ammoniak ist ein Neurotoxin (Nervengift). Der Organismus wandelt den so entstandenen Ammoniak in der Leber sofort in den ungiftigen Harnstoff um. Dies erfolgt mit Hilfe zweier hintereinander geschalteter, unabhängiger Stoffwechselforgänge, der Glutaminsynthese und der Harnstoffsynthese. Mit dem Urin wird der Harnstoff ausgeschieden. Die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs ist von verschiedenen Faktoren abhängig: der über die Nahrung bedingten Eiweißzufuhr, dem Eiweißstoffwechsel sowie der Leber- und Nierenfunktion.

Erhöhte Harnstoff-Werte finden sich bei akutem Nierenversagen, chronischer Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), Durchfall, Erbrechen, Verbrennungen, extrem hohem Fleischkonsum, erhöhtem Lebensalter, vermindertem Flüssigkeitsausgleich (Austrocknung), Vitamin-C-Einnahme.

Erniedrigte Harnstoffwerte finden sich bei verminderter Eiweißzufuhr unter streng vegetarischer Kost,

wenn kein Ausgleich durch pflanzliche Eiweiße besteht, bei eiweißarmer Diät oder Fastenkur, in der Schwangerschaft und bei Leberfunktionsstörungen.

**Harnsäure**

Männer	unter 7,0 mg/dl
Frauen	unter 5,7 mg/dl

Harnsäure ist ein Stoffwechselprodukt, das beim Abbau von Zellkernen (Purinen) entsteht. Ähnlich wie beim Eiweißstoffwechsel, bei dem es einen ständigen Umsatz von Proteinen gibt, baut der Organismus auch ständig Nukleinsäuren auf und ab. Bausteine, die nicht mehr verwendbar sind, müssen demzufolge weiter abgebaut und ausgeschieden werden. Purinbasen (genau festgelegte Anzahl und Folge kleinster Bausteine von DNA und RNA) werden dabei zu Harnsäure umgebaut, die bei einem gesunden Menschen problemlos über die Nieren ausgeschieden wird. Ein gesunder Erwachsener scheidet pro Tag 400-800 mg Harnsäure mit Urin (2/3) und Stuhl (1/3) aus. Der größere Teil der Harnsäure entstammt dem körpereigenen Stoffwechsel, ein kleiner Teil aus purinhalten Nahrungsmitteln wie Fleisch und Innereien.

Erhöhte Harnsäurewerte finden sich bei purinhaltiger Ernährung, Gicht, Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), Leukämie, schwerem körperlichen und psychischen Stress, Alkoholkonsum (vor allem Bier), radika-

len Hungerkuren, Röntgenbestrahlung, Vergiftungen (Blei, Kadmium, Beryllium), harntreibenden Medikamenten (Diuretika), Übergewicht, erhöhten Cholesterinwerten. Erniedrigte Harnsäurewerte finden sich bei Überdosierung von Mitteln gegen Gicht (Allopurinol-Überdosierung), schweren Lebererkrankungen, Kupferspeicherkrankheit (Morbus Wilson), Nierenfunktionsstörungen, Schwermetallvergiftungen, Arzneimitteln (Salizylate, Phenylbutazon, Östrogen), Röntgenkontrastmitteln.

Durch die erhöhte Harnsäure im Blut lagern sich Harnsäurekristalle in den Gelenken ab. Dies kann zu Entzündungen mit akuten schmerzhaften Anfällen führen. Ebenso können kristallisierte Harnsäuresalze im Knorpel, in der Haut und in den Sehnenscheiden angelagert werden. Ablagerungen in den Nieren können zu Nierensteinleiden führen. Bei Gichterkrankung wird eine Dauertherapie mit Arzneimitteln notwendig, die die Bildung von Harnsäure verhindern oder die Ausscheidung von Harnsäure erhöhen.

Eine purinarme Ernährung, viel Bewegung und Normalgewicht beugen einer Gicht vor.

Purinreiche Nahrungsmittel sind Alkohol (besonders Rotwein), Fleisch, Geflügel, Wurst, Innereien, Hering, Sardellen, Ölsardinen, Tütensuppen und Brühwürfel, Hülsenfrüchte, Spinat, Blumenkohl, Spargel, Pilze, scharfe Gewürze, Mayonnaise, Remouladen, Marinaden.

## Teil IX: Glukose

**Glukose – Blutzucker  
Vollblutglukose**

Referenzbereich nüchtern:	60–100 mg/dl
Grenzwert nüchtern:	100–120 mg/dl
Diabetes nüchtern:	über 120 mg/dl

Der wichtigste Energielieferant im Stoffwechsel unseres Körpers ist Blutzucker. Er liefert Gehirn und Muskeln die Energie, die für das richtige Funktionieren notwendig sind. Eine gleichbleibende und ausreichende Versorgung mit Glukose ist deshalb wichtig, weil dadurch die Funktionsleistung des zentralen Nervensystems aufrechterhalten wird.

Im Körper werden Kohlenhydrate aus den Nahrungsmitteln wie z.B. Nudeln, Reis und Obst in Glukose (Traubenzucker) umgewandelt. Über das Blut gelangt

dieser zu allen Körperzellen. Damit unser Körper Zucker aus dem Blut aufnehmen kann, wird ein Hormon, das so genannte Insulin, benötigt. Insulin, ein Hormon aus der Bauchspeicheldrüse, ist verantwortlich für den Transport der Glukose in die Zellen und senkt somit den Blutzuckerspiegel.

Folgende Organe sind an der Blutzuckerregulation beteiligt: Dünndarm, Bauchspeicheldrüse, Nebenniere, Leber, Zwischenhirn und die Hirnanhangdrüse. Glukose wird in Form von Glykogen in der Muskulatur und der Leber gespeichert und bei Bedarf abgerufen. Ist der Vorrat von Glykogen in der Leber aufgebraucht, nach ca. 12 Stunden, kann Traubenzucker auch aus Eiweiß (Protein) hergestellt werden (Glukoneogenese).

Symptome bei Zuckerkrankheit (Hyperglykämie) sind Gewichtsverlust trotz unveränderter Nahrungszufuhr,

vermehrter Durst, vermehrte Harnproduktion, Leistungsabfall, Infektionsanfälligkeit.

Symptome bei Unterzuckerung: (Hypoglykämie): Aggressivität, Albträume, Ekzeme, Juckreiz, Heißhunger, Herzrasen, kalte Hände und Füße, Kopfschmerzen, Müdigkeit, Konzentrationsstörungen, Muskelschmerzen, Muskelzucken, andauerndes Gähnen, Reizbarkeit, Angstzustände, geistige Verwirrung, Unruhe, Schlafstörungen, Schweißausbrüche, Sehstörungen, Schwindel, Sexualstörungen, Darmkrämpfe, Zittern.

Erhöhte Werte finden sich bei Diabetes mellitus Typ 1, Diabetes mellitus Typ 2, Rauchen, Stress, Leberzirrhose, Entzündung der Bauchspeicheldrüse, hormonell bedingten Erkrankungen sowie Medikamenten wie Cortison, Betablockern und Antibabypille.

Verminderte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, psychischem Stress, Alkoholgenuss, Arzneimitteln (Antidiabetika), Insulinzufuhr, Muskelarbeit, Magen-, Darm-, Leber- und Bauchspeicheldrüsenerkrankungen und Schilddrüsenüberfunktion.

Verminderte Blutzuckerwerte werden am häufigsten nach Alkoholgenuss oder Einnahme von Arzneimitteln beobachtet.

**Was ist zu beachten bei erhöhten Blutzuckerwerten?**

Anstreben von Normalgewicht, langsame Gewichtsabnahme ist ratsam, ausreichende Bewegung, Einschränken des Zuckerkonsums, Vermeiden von psychischem Stress, Vermeiden von Alkohol und Rauchen, ausreichender Schlaf, geregelter Tagesablauf, Kontrolle der Blutzuckerwerte.

<b>Oraler Glukosetoleranztest – oGTT-Zuckerbelastungstest</b>		
12 Stunden ohne Nahrungsaufnahme		
	nüchtern	nach 120 min.
Vollblut (mg/dL)	< 110	< 200
Plasma (mg/dL)	< 126	< 200

Tabelle 1: Oraler Glukosetoleranztest

Mit Hilfe eines Glukosetoleranztestes (siehe Tab. 1) kann die Funktionsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit der insulinproduzierenden Zellen der Bauchspeicheldrüse überprüft werden. An Hand der so gewonnenen Werte kann auch eine versteckte Zuckerkrankheit (latenter Diabetes mellitus) aufgedeckt werden.

Der Test wird wie folgt durchgeführt:

Die erste Blutentnahme erfolgt morgens früh nüchtern. Nach dem Trinken einer Traubenzuckerlösung aus 75 Gramm Traubenzucker werden in regelmäßigen Abständen mehrere Blutproben entnommen (Kapillarblut aus Ohrläppchen oder Fingerkuppe).

**Vorsicht!** Während eines Zuckerbelastungstestes können plötzlich Verwirrtheit, Verhaltensstörungen oder sogar Schockzustände auftreten. Darum sollte die Testperson während dieser Zeit unter medizinischer Aufsicht bleiben.

Erhöhte Werte können auftreten bei Diabetes mellitus Typ 1 und 2, Bauchspeicheldrüsenerkrankung, Pankreaskarzinom, Hämochromatose, Mukoviszidose, Schwangerschaft, Antibabypilleneinnahme, Zwölffingerdarmgeschwür (Duodenalulkus), Zustand nach Magenoperation (Billroth II), zu wenig Kalium im Blut (Hypokaliämie), zu wenig Magnesium im Blut (Hypomagnesiämie), Einnahme von Arzneimitteln (z. B. Diuretika).

Verminderte Werte können auftreten bei Störung der Nahrungsaufnahme, Arzneimittel.

Folgende Faktoren können den oralen Glukosetoleranztest beeinflussen: Arzneimittel, Organerkrankungen, psychischer Stress, Schwangerschaft, Fettstoffwechselstörungen, Schilddrüsenüberfunktion, Leberzirrhose.

Während eine Unterzuckerung (Hypoglykämie) innerhalb kürzester Zeit zu vermehrt auffälligen Beschwerden führt, macht sich eine Überzuckerung (Hyperglykämie) meist erst spät bemerkbar oder wird durch Zufall entdeckt. Schwere Schäden am Gefäßsystem, an Nieren und Herz, sowie Stoffwechselerkrankungen können die Folge sein.

## Teil X: Bauchspeicheldrüsenwerte

### Amylase – gesamt

Erwachsene unter 220 U/L

Amylase ist ein Enzym, das u.a. in der Bauchspeicheldrüse, der Ohrspeicheldrüse und im Eileiter produziert wird. Nahrungsmittel kommen mit diesem Enzym in Mund und Darm in Berührung. Es ist zuständig für den Abbau von Stärke in kleine Zuckerbausteine (Glukose). Der größte Teil der Amylase findet sich im Pankreasgang (Pankreas = Bauchspeicheldrüse). Nur ein geringer Teil ist im Blut nachweisbar.

Bei akuter Bauchspeicheldrüsenentzündung kommt es innerhalb von 5–12 Stunden zu erhöhten Amylasewerten im Blut, die bis zu fünf Tage auf erhöhtem Niveau bleiben können.

Erhöhte Werte finden sich bei akuter Bauchspeicheldrüsenentzündung (akute Pankreatitis), akuten Schüben einer chronischen Bauchspeicheldrüsenentzündung, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Durchbruch eines Magen- oder Zwölffingerdarmgeschwürs, Darmverschluss, Peritonitis, Eileiterdrehung, Milzveneneinriss, bösartigen Tumoren von Lunge, Darm, Schilddrüse, Eierstock, Prostata, Ohrspeicheldrüsenentzündung (Mumps), Alkoholismus, endoskopischer Darstellung

von Bauchspeicheldrüsen- und Gallengängen (ERCP), Virushepatitis, Typhus abdominalis, Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), AIDS.

### Lipase

**alte Methode: Turbidimetrie**

Erwachsene unter 190 U/L

**Neue Methode: Colorimetrie**

Erwachsene 13–60 U/L

Lipase ist ein Enzym, das fast ausschließlich in der Bauchspeicheldrüse gebildet wird. Es bewirkt den Abbau von Fetten im Zwölffingerdarm. Spezielle Lipasen der Bauchspeicheldrüse bewirken z.B. das Aufspalten von Fetten. Durch Gewebeschäden in der Bauchspeicheldrüse werden erhöhte Lipasewerte im Blut messbar. Erhöhte Werte können zur Reizung der Venen führen und Gefäßweitstellungen auslösen.

Erhöhte Werte finden sich bei akuter Bauchspeicheldrüsenentzündung (akuter Pankreatitis), akutem Schub einer chronischen Bauchspeicheldrüsenentzündung, endoskopischer Darstellung der Bauchspeicheldrüsen- und Gallengänge (ERCP), Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), Zuckerkrankheit (diabetische Ketoazidose), Virushepatitis, Mumps und Typhus abdominalis.

## Teil XI: Weitere Blutparameter

### AFP - $\alpha$ 1-Fetoprotein

Erwachsene, Nichtschwangere unter 5,1 ng/mL

Tumormarker sind Stoffe, die von Tumoren oder durch ein vom Tumor befallenes Gewebe produziert werden. Dies können Antigene, Hormone oder auch Enzyme sein. Sie sind meist in erhöhter Konzentration im Blut des Erkrankten nachweisbar. Die Konzentrationsänderung dieser Tumormarker dient zur Beurteilung der Tumorerkrankung, Therapiekontrolle, zur Nachsorge und Verlaufsbeurteilung von Krebspatienten. Oft ist jedoch die gefundene Tumormarkerkonzentration schwer zu beurteilen, da auch Menschen ohne Krebserkrankung erhöhte Werte aufweisen können. Im umgekehrten Falle kann bei einem

normalen Tumormarkerwert eine Krebserkrankung nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Tumormarker eignen sich nicht für Krebs-Screening, Krebsvorsorge oder Früherkennung von Tumorerkrankungen; sie sind unverzichtbar zur Verlaufskontrolle von Tumorerkrankungen. Besteht der Verdacht auf bösartige Tumore der Leber (Leberzellkarzinom, hepatozelluläres Karzinom und der Keimzellen (Eierstock, Hoden), kann die AFP-Bestimmung wertvolle Hinweise liefern. Ein Tumorverdacht ist begründet bei ständig steigendem AFP-Wert. Bei einer akuten Virushepatitis sowie einer chronisch aktiven Hepatitis können ebenfalls erhöhte AFP-Werte vorkommen. Selten werden erhöhte AFP-Werte bei toxischen Lebererkrankungen, Mononucleose, Gallengangsatresie und Cholestase gemessen.

### Ammoniak

Erwachsene	unter 82 µg/dL
Neugeborene	unter 245 µg/dL

Bei einer Ammoniakkonzentration von über 300 µg/dL treten meist komatöse Zustände auf.

Ammoniak, ein Neurotoxin (Nervengift), entsteht vor allem durch Verstoffwechslung von tierischem Eiweiß (bzw. beim Abbau von Eiweiß). Die Bildung des Ammoniak findet vor allem im Darm, aber auch in der Muskulatur, der Niere und der Leber statt. Unter normalen bzw. gesunden Bedingungen halten sich Entstehung und Elimination von Ammoniak das Gleichgewicht. In der Leber wird Ammoniak (NH<sub>3</sub>) durch die Harnstoff- und Glutaminsynthese entgiftet. Es entsteht der ungiftige Harnstoff, der über die Nieren (renal) ausgeschieden wird. Harnstoff- und Glutaminsynthese erfolgen in verschiedenen hintereinander geschalteten, funktionell unterschiedlichen Zellsystemen. Durch Reduzierung von funktionsfähigem Leberparenchym bei Leberzirrhosepatienten und bei akutem Leberversagen mit massivem Untergang von Parenchymgewebe kann diese Syntheseleistung von der Leber nicht mehr aufrechterhalten werden. Gelangt eine zu große Menge von Ammoniak über den Blutkreislauf ins Gehirn, begünstigt dies die Entstehung einer hepatischen Enzephalopathie. Bei Vorliegen einer ausgeprägten Fettleber kann die Ammoniakelimination um 50 %, bei einer Zirrhose um 80 % vermindert sein. Nach Anlegen eines portosystemischen Shunts, einer operativ angelegten Kurzschlussverbindung außerhalb der Leber zwischen Pfortader und unterer Hohlvene, kann es ebenfalls zu einer Ammoniakerrhöhung kommen. Das Blut wird am Entgiftungskreislauf der Leber vorbeigeschleust und gelangt somit mit erhöhter Ammoniakkonzentration direkt zum Gehirn. Dies kann das Entstehen einer hepatischen Enzephalopathie begünstigen oder eine bereits bestehende verschlechtern. Auch TIPS (transjugulärer intrahepatischer portosystemischer Shunt), eine operativ angelegte Kurzschlussverbindung innerhalb der Leber zwischen Pfortader und Hohlvene, begünstigen das Entstehen einer hepatischen Enzephalopathie.

Hier wird ebenfalls das Blut am Entgiftungskreislauf der Leber vorbeigeleitet.

Erhöhte Werte finden sich bei Leberzirrhose, akutem Leberversagen, Intoxikation (organische Lösungsmittel, Pilze), Reye-Syndrom (Fettleber mit Enzephalopathie bei Kindern), Enzymmangel mit Anhäufung organischer Säuren, Enzymdefekte des Harnstoffzyklus bei Kindern, hoher Proteinzufuhr (z.B. Magen-Darm-Blutungen), Alkoholkonsum, Infektionen, Diuretika-Therapie, gestörter Nierenausscheidung, Hypokaliämie, Leberausfallkoma, Leberzerfallkoma.

### Prokollagen-III-Peptid

Referenzbereich: unter 15 µg/L

Bei allen Formen einer Hepatitis, die mit der Zerstörung der Leber und der Entwicklung einer Zirrhose einhergehen, spielt die Wucherung von bindegeweblichen Fasern eine große Rolle. Funktionstüchtige Leberzellen werden durch funktionsuntüchtiges Bindegewebe ersetzt. Um das Fortschreiten einer Fibrose (bindegeweblicher Umbau) beurteilen zu können, mussten Gewebeproben aus der Leber entnommen und mikroskopisch untersucht werden (Punktion u. Biopsie). Vor einiger Zeit wurde ein Bluttest entwickelt, der über das Ausmaß der Zunahme von Bindegewebsbildung in der erkrankten Leber Auskunft gibt. Durch bestimmte immunologische Verfahren werden bestimmte Eiweißstoffe im Blut, die so genannten Prokollagene, nachgewiesen. Es können somit Informationen über Zunahme (Aktivität) bzw. Rückbildung (Reversibilität) des Fibrosestadiums gewonnen werden. P-III-P dient somit der Verlaufskontrolle einer Lebererkrankung hinsichtlich des Fibrosegrades, nicht jedoch dem Nachweis der bereits gebildeten Menge an Bindegewebefasern.

Alkoholbedingte Leberzirrhosen weisen oft einen besonders stark erhöhten P-III-P-Wert auf. Auch bei einer chronischen Hepatitis werden oft erhöhte Werte gemessen.

Allerdings ist P-III-P noch kein Laborparameter, der in der täglichen Praxis routinemäßig untersucht wird.

# Teil XII: Mineralstoffe, Spurenelemente, Vitamine

Mineralstoffe, Spurenelemente und Vitamine sind für unseren Körper lebenswichtige Substanzen. Sie werden überall im Organismus gebraucht und sind für viele Körperfunktionen unerlässlich. Die meisten dieser Stoffe nehmen wir mit der Nahrung auf, einige kann der Körper jedoch auch selbst herstellen. Ein Mangel kann zu erheblichen gesundheitlichen Störungen führen. Ein Überschuss kommt in der Regel selten vor und ist mit einigen Ausnahmen unschädlich.

Eine Überdosierung von Mineralstoffen und Spurenelementen kann Vergiftungserscheinungen hervorru-

fen, wenn überschüssige Substanzen sich im Körper ablagern.

Eine vollwertige Ernährung enthält in der Regel die für den Körper notwendigen Mineralstoffe und Spurenelemente in ausreichender Menge. Bei Auftreten von Mangelerkrankungen sollten diese durch entsprechende Laboruntersuchungen und mit Rücksprache des behandelnden Arztes abgeklärt und dann erst durch die Gabe entsprechender Medikamente behoben werden. Selbstmedikation kann zu mehr Schaden als Nutzen führen!

## Mineralstoffe

Lebenswichtige Mineralstoffe werden unserem Körper normalerweise in ausreichender Menge über unsere Nahrung zugeführt. Sie sind von Bedeutung für Knochenaufbau, Nerven- und Muskelfunktion, Blutgerinnung sowie die Regulierung des Salz- und Wasserhaushaltes (Elektrolythaushalt). Durch falsche Ernährung (Fast Food), Krankheit, ständigen Stress, Alkohol, Nikotin oder Arzneimittelaufnahme kann es zur Unterversorgung von lebenswichtigen Mineralstoffen im Körper kommen. Auch bestimmte Lebensabschnitte wie Pubertät und Schwangerschaft sind oftmals von einem chronischen Mineralstoffmangel begleitet. Die zusätzliche Einnahme von Mineralstoffen kann zu einem Überschuss und somit zu einer Verschiebung im Mineralstoffhaushalt führen.

### Natrium (Na)

Schätzwerte für eine minimale Zufuhr: Milligramm pro Tag (Männer und Frauen)

25 bis unter 51 Jahre	550 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	550 mg/ Tag
65 Jahre und älter	550 mg/ Tag

Der größte Teil des Natriumbedarfs wird durch die Zufuhr von Kochsalz (Natriumchlorid, NaCl) abgedeckt. Natriumionen sind zuständig für die Regulierung des Flüssigkeitshaushaltes und sorgt für die richtige Verteilung der Flüssigkeit innerhalb und

außerhalb der Körperzellen. 98% des Natriums befindet sich außerhalb der Körperzellen. Es wird zum größten Teil über den Dünndarm aufgenommen und über die Nieren ausgeschieden. Der Natriumhaushalt wird durch verschiedene Hormonsysteme in unserem Körper geregelt.

Erhöhte Natriumwerte finden sich bei Flüssigkeitsmangel, Austrocknung, Nierenerkrankungen, hormonellen Störungen, Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), Schwitzen, Durchfall.

Erhöhte Natriumwerte können unter anderem Nervosität, Ruhelosigkeit, Erregbarkeit und Muskelzittern auslösen.

Verminderte Werte finden sich bei erhöhter Wasserzufuhr, Erbrechen, Durchfall, Fieber, starkem Schwitzen, Arzneimittel (Diuretika, Antidepressiva), Verbrennungen, Herzschwäche (Herzinsuffizienz), Nierenerkrankungen, Nebennierenrindenschwäche (Addison-Krankheit), Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose, Myxödem), Hormonstörungen, Bauchspeicheldrüsenentzündung (Pankreatitis), Bauchfellentzündung (Peritonitis), Leberzirrhose.

Bei schwerem Natriummangel kann es zu Erbrechen, Krämpfen und Bewusstseinstrübungen kommen.

Natriumhaltige Nahrungsmittel sind Kochsalz, Fleisch, Wurstwaren, Backwaren, Salzheringe.

## Kalium (K)

Schätzwerte für eine minimale Zufuhr: Milligramm pro Tag (Männer und Frauen)

25 bis unter 51 Jahre	2000 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	2000 mg/ Tag
65 Jahre und älter	2000 mg/ Tag

In fast allen Lebensmitteln ist Kalium enthalten. Es befindet sich zu 98 % (im Gegensatz zu Natrium) innerhalb der Zellen. Es ist verantwortlich für die Reizleitung am Herzen sowie die Erregbarkeit der Nerven- und Muskelzellen. Außerdem ist Kalium zusammen mit Natrium für die Regulation des Wasserhaushaltes in den Körperzellen verantwortlich. Kalium wird überwiegend im Dünndarm aufgenommen und über den Urin ausgeschieden.

Erhöhte Kaliumwerte finden sich bei Kaliumüberdosierung (Infusionen, Tabletten), stark eingeschränkter Kochsalzzufuhr, massiver Muskelzellzerstörung, Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), entwässernde Arzneimittel (kaliumsparende Diuretika wie Spiro-nolacton, Amilorid, Triamteren), Arzneimittel-Überdosis (Digitalis, Succinylcholin), Arzneimitteln gegen Bluthochdruck (ACE-Hemmer bei Patienten mit Herzinsuffizienz), Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), Nebennierenrindenschwäche (Addison-Krankheit), Nierenversagen, Blutzerfall (Hämolyse).

Erhöhte Kaliumwerte können zu Herzrhythmusstörungen, Blutdrucksenkung, Muskelschwäche, Muskel-lähmung, Müdigkeit, Hörstörungen, Metallgeschmack im Mund führen. Werte über 5 mmol/l können ein Hinweis darauf sein, dass die Nieren bei der Regulation des Kaliumstoffwechsels versagen. Werte über 10 mmol/l können zum Herzstillstand führen.

Verminderte Werte finden sich bei schwerer körperlicher Belastung, Durchfall, Erbrechen, starkem Schwitzen, Missbrauch von Abführmitteln, Alkoholismus, Magersucht (Anorexie), entwässernden Arzneimitteln (Diuretika), Antibiotika (Penicilline, Aminoglykoside), Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), chronischen Nierenerkrankungen (Niereninsuffizienz), Herzinfarkt, Bronchialasthma, Dickdarntumoren.

Massiv verminderte Kaliumwerte können zur Störung der Harnausscheidung, Verstopfung, Verdauungsbeschwerden, Muskelschwäche, Lähmungen und Herzrhythmusstörungen führen.

Kaliumhaltige Nahrungsquellen sind Bananen, Johannisbeeren, Fruchtsäfte, Milch, Fisch, Fleisch, Vollkornreis, Kartoffeln, Meerrettich.

Regelmäßiger Gebrauch von Abführmitteln führt zu einem Kaliummangel. Kalium ist für die Beweglichkeit der Darmmuskulatur verantwortlich. Durch die regelmäßige Einnahme von Abführmitteln kommt es zur Darmträgheit. Um weiterhin eine Wirkung des Abführmittels zu erzielen, müssen immer größere Mengen dieser Mittel eingenommen werden, was wiederum zu weiterem Kaliummangel führt.

## Kalzium (Ca)

Empfohlene Zufuhr: Milligramm pro Tag (Männer und Frauen)

25 bis unter 51 Jahre	1000 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	1000 mg/ Tag
65 Jahre und älter	1000 mg/ Tag

Kalzium ist am Aufbau und der Festigkeit des Knochengestütes und der Zähne verantwortlich. 98 % des im Körper befindlichen Kalziums sind in den Knochen gespeichert, die restlichen 2 % zirkulieren im Blut. Das Mineral spielt bei der Reizübertragung von Nerven auf die Muskeln ebenso wie bei der Blutgerinnung eine wichtige Rolle. Außerdem wird die Durchlässigkeit der Zellwände durch Kalzium reguliert. Im Organismus wird die Freisetzung oder Bindung von Kalzium hauptsächlich durch Hormone, z. B. Östrogen, geregelt oder beeinflusst. Dadurch entsteht in bestimmten Lebensphasen wie Schwangerschaft, Stillzeit, Pubertät und Wechseljahren ein erhöhter Kalziumbedarf. Kalzium wird über den Zwölffingerdarm und im Dünndarm aufgenommen.

Erhöhte Kalziumwerte finden sich bei Tumorerkrankungen mit Knochenzerstörung (Knochenmetastasen), Vitamin-D-Überdosierung, Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose), Nebenschilddrüsenüberfunktion (Hyperparathyreoidismus), Nebennierenrindenschwäche (Addison-Krankheit), entwässernden Arzneimitteln (Thiazide).

Erhöhte Kalziumwerte führen zu Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, Übelkeit und Herzrhythmusstörungen. Ebenso kann es die Bildung von Harnsteinen begünstigen.

Verminderte Kalziumwerte finden sich in der Schwangerschaft, in der Stillzeit, bei Vitamin-D-Mangel, Nebenschilddrüsenunterfunktion (primärer Hypoparathyreoidismus), chronischer Nierenschwäche, Leberzirrhose, akuter Bauchspeicheldrüsenentzündung (Pankreatitis), entwässernde Arzneimittel (Diuretika wie Thiazide, Furosemid, Etacrynsäure),

Antiepileptika, schwerem Durchfall, Darmentzündungen.

Verminderte Kalziumwerte führen zu Kopfschmerzen, Müdigkeit, Übererregbarkeit des Nervensystems und der Muskulatur mit Krampfneigung, Herzrhythmusstörungen, trockener, rissiger Haut, Haarausfall, Kalkablagerungen im Körper.

Kalziumhaltige Nahrungsmittel sind Milch, Käse, Sojabohnen, Grünkohl, Nüsse, Vollkornhafer.

<b>Magnesium (Mg)</b>	
Erwachsene und Kinder ab dem 1. Lebensjahr 1,70–2,55 mg/dL	
<b>Empfohlene Zufuhr: Milligramm pro Tag</b>	
25 bis unter 51 Jahre	Männer: 350 mg/ Tag Frauen: 300 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 350 mg/ Tag Frauen: 300 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 350 mg/ Tag Frauen: 300 mg/ Tag

Magnesium ist für den menschlichen Organismus von großer Bedeutung und für die Aktivierung von mehr als 300 Enzymen verantwortlich. Es spielt eine wesentliche Rolle im Energie- und Fettstoffwechsel, wirkt dämpfend auf die periphere Nervenimpulsübertragung an der Muskulatur, es bewirkt eine stabile Herzrhythmusaktivität und verbessert die Sauerstoffausnutzung des Herz-Kreislaufsystems. Etwa 1/3 des über die Nahrung aufgenommenen Magnesiums wird über den Dünndarm aufgenommen, der Rest über den Stuhl ausgeschieden. Der größte Anteil des Magnesiums wird in den Zellen von Knochen- und Weichteilgewebe gespeichert. Der Magnesiumstoffwechsel im Körper wird größtenteils über die Nieren reguliert.

Erhöhte Werte finden sich bei chronischer Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), akutem und chronischem Nierenversagen, zu hoher Einnahme von säurebindenden Medikamenten (Antazida), bei magnesiumsulfathaltigen Einläufen.

Bei mehr als 6,08 mg/dl bzw. 2,5 mmol/l Magnesium im Blut können Beschwerden auftreten. Sind mehr als 12,2 mg/dl bzw. 5 mmol/l messbar, kommt es zu Atemlähmung.

Verminderte Werte können auftreten in der Schwangerschaft, in der Stillzeit, bei Durchfall, Stress, Alkoholismus, Unterernährung, Bauchspeicheldrüsenerkrankung (Pankreatitis), entzündlichen Darmerkrankungen (Colitis ulcerosa, Morbus Crohn), Nierenschwäche (Niereninsuffizienz), Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose), Nebenschilddrüsenüberfunktion (Hyperparathyroidismus), Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), Einnahme von entwässernden Medikamenten (Diuretika).

Durch Magnesiummangel kommt es oft zu einer Übererregbarkeit der Muskulatur. Ebenso können Wadenkrämpfe, Schmerzen in den Beinen, Müdigkeit, Nervosität, Appetitlosigkeit, Herzklopfen, sowie Herzrhythmusstörungen, Zittern, Angst, Depressionen, Funktionsstörungen des Blasenschließmuskels eine Hinweis auf einen Magnesiummangel (Hypomagnesämie) sein.

Eine regelmäßige Kontrolle der Magnesiumwerte empfiehlt sich bei Einnahme von entwässernden und nierenschädigenden Arzneimitteln, Alkoholentzug, künstlicher Ernährung, radikalen Diätkuren und Nierenschwäche. Eventuell ist eine Einnahme von Magnesium empfehlenswert (nach Rücksprache mit dem Arzt).

Magnesiumhaltige Nahrungsmittel sind Mineralwasser, Getreide, Fleisch, Sojabohnen, Bohnen, Erbsen und Nüsse.

# Spurenelemente

Bestimmte Substanzen, die im Körper oder in den Nahrungsmitteln nur in minimalen Mengen (in Spuren) vorkommen, werden als Spurenelemente bezeichnet. Viele dieser Spurenelemente spielen jedoch eine lebenswichtige (essenzielle) Rolle, während einige auch giftig sein können. Die lebenswichtigen Spurenelemente werden vom Organismus für viele Stoffwechselfvorgänge benötigt. Zahlreiche Erkrankungen bewirken eine deutliche Veränderung der Konzentration der Spurenelemente im Organismus. Oft macht sich ein Mangel im Körper wegen des geringen Bedarfs des Spurenelementes nur langsam und spät bemerkbar. Jahrelanger Mangel zeigt sich oft erst, wenn sämtliche Reserven aufgebraucht sind.

<b>Kupfer (Cu)</b>	
Frauen:	76–152 µg/dL
Männer:	70–140 µg/dL
<b>Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr: Milligramm pro Tag (Männer und Frauen)</b>	
25 bis unter 51 Jahre	1,0-1,5 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	1,0-1,5 mg/ Tag
65 Jahre und älter	1,0-1,5 mg/ Tag

Kupfer ist ein Bestandteil vieler Enzyme. Es wird aus den Nahrungsmitteln über den Dünndarm aufgenommen und zur Leber transportiert. Ein Großteil wird wieder mit Hilfe der Leber ausgeschieden. Ein kleiner Anteil wird in der Leber gebunden und als Coeruloplasmin ins Blut wieder abgegeben. Eine wichtige Funktion spielt Kupfer beim Einbau des Eisens in den roten Blutfarbstoff Hämoglobin. Ein Teil des Kupfers wird auch in den Muskeln und Knochen gespeichert. Kupfer ist ebenfalls Bestandteil vieler lebensnotwendiger Substanzen, die vom Körper für die Bildung von Bindegewebe, zur Blutbildung und für die Funktion des zentralen Nervengewebes benötigt werden.

Erhöhte Werte finden sich im letzten Drittel der Schwangerschaft, bei Einnahme der Antibabypille, Östrogen-Einnahme, Tumorerkrankungen von Lunge, Brust und Prostata, akuten und chronischen Infektionen, Lebererkrankungen und Bauchspeicheldrüsenschwäche (Pankreasinsuffizienz).

Sind erhöhte Kupferwerte im Blut nachweisbar, so haben diese in der Regel keine diagnostische und therapeutische Bedeutung. Eine durch Kupfersulfat entstandene akute Kupfervergiftung kann jedoch lebens-

bedrohlich sein. In der Regel kann der Körper jedoch nur eine begrenzte Menge Kupfer aus dem Darm aufnehmen.

Verminderte Werte finden sich bei Säuglingskupferkrankheit (Menke-Kinky-Hair-Krankheit), nahrungsbedingtem Kupfermangel (Reduktionsdiät), Durchfall, Nierenerkrankungen, Überdosierung von Zinkpräparaten.

Kupfermangel im Organismus kann bei Säuglingen und Kleinkindern zu Wachstumsstörungen bzw. zu Störung der Knochenbildung führen. Ebenfalls kann es zu Blutbildungsstörungen, Nervenstörungen, Pigmentstörungen der Haut und Haare sowie Infektanfälligkeiten führen.

Ein Sonderfall ist die Kupferspeicherkrankheit (Morbus Wilson): Hier werden die Organe durch ein Übermaß an freiem Kupfer geschädigt, obwohl erniedrigte Werte für das Gesamtkupfer im Blut gemessen werden. Das freie, nicht gebundene Kupfer ist dennoch erhöht, da das kupferbindende Eiweiß Coeruloplasmin noch stärker erniedrigt ist als das Gesamtkupfer. Im Blut ist also trotz des niedrigen Gesamtkupfers zuviel freies Kupfer, da dieses nicht ausreichend von Coeruloplasmin gebunden werden kann. Die Folge: Das erhöhte freie Kupfer gelangt in verschiedene Organe, wie Leber und Gehirn, wird dort gespeichert und kann so diese Organe schädigen.

Kupferhaltige Nahrungsquellen sind Fleisch, vor allem Innereien, Fisch, Nüsse, Gemüse und Brot.

<b>Zink (Zn)</b>	
Erwachsene	46–150 µg/dl
<b>Empfohlene Zufuhr: Milligramm pro Tag</b>	
25 bis unter 51 Jahre	Männer: 10 mg/ Tag Frauen: 7,0 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 10 mg/ Tag Frauen: 7,0 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 10 mg/ Tag Frauen: 7,0 mg/ Tag

Zink ist eines der wichtigsten lebensnotwendigen (essenziellen) Spurenelemente im menschlichen Körper. Es spielt bei zahlreichen biochemischen und physiologischen Funktionen eine wichtige Rolle. In über 100 Enzymen ist Zink enthalten. Es ist in allen Körperge-

weben und Körperflüssigkeiten enthalten. Der größte Anteil ca. 60–70 % ist in der Muskulatur und in den Knochen zu finden. In hoher Konzentration liegt es ebenfalls in den Haaren, den Nägeln, der Haut, der Netzhaut des Auges, den Geschlechtsorganen und den Inselzellen der Bauchspeicheldrüse vor. Im Blut befinden sich etwa 1–2% des gesamten Zinkbestandes, wobei sich der größte Teil in den roten Blutkörperchen, den Erythrozyten, befindet. Zink ist im Wesentlichen daran beteiligt, die im Erbgut gespeicherten Informationen richtig zu lesen und zu verwerten. Es hilft mit beim Aufbau von Nukleinsäuren sowie im Stoffwechsel von Geschlechts- und Schilddrüsenhormonen. Zink hat einen positiven Einfluss auf Wachstums- und Entwicklungsprozesse sowie die Wundheilung, da es die Zellerneuerung wesentlich beeinflusst. In vielen Salben zur Wundheilung ist Zink enthalten. Es fördert die Abwehrfunktion, ist für die Reifung und Funktion des Immunsystems verantwortlich und schützt den Organismus vor schädlichen Sauerstoffradikalen. Auch wäre der Körper nicht in der Lage, ohne das Spurenelement Zink das Kohlendioxid über die Lunge auszuscheiden. Es wird über den Dünndarm aufgenommen und über Verdauungssäfte wieder ausgeschieden.

Erhöhte Werte finden sich bei Zinkvergiftung und Einatmen von Zinkdampf.

Eine akute Zinkvergiftung äußert sich durch Übelkeit, Erbrechen, entzündliche Magen-Darm-Störungen (Gastroenteritis), Schwindel, Antriebsschwäche, muskuläre Koordinationsstörungen.

Verminderte Werte finden sich bei Alkoholismus, Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus), rheumatischen Erkrankungen, akuten und chronischen Infektionen, chronischen Lebererkrankungen, Leberzirrhose, größeren Gewebeverletzungen, Darmoperationen, Unterernährung, chronischen Darmentzündungen (Morbus Crohn, Colitis ulcerosa), Arzneimitteln (Penicillamin), Schuppenflechte (Psoriasis), Vitamin-B6-Mangel, hormonellen Störungen, Schwermetallbelastung, z. B. Amalgam, Kadmium.

Verminderte Zinkwerte können zu Haarausfall, Hautveränderungen, Durchfall und Appetitlosigkeit führen. Ebenso kann die Wundheilung beeinträchtigt sein. Ein vermindertes Geruchs- und Geschmacksempfinden, Unfruchtbarkeit, Infektanfälligkeit, Wachstumsstörungen sowie der sexuelle Reifungsprozess in der Pubertät können gestört sein.

Zinkhaltige Nahrungsquellen sind Hefe, Weizenkeime, Dinkel, Haferflocken, Gemüse (Brokkoli, Rosenkohl, Pastinake), Erdnüsse, Käse, Austern, Fisch, Innereien, Rindfleisch, Hühnerei, Joghurt, Sojabohnen.

## Selen (Se)

Erwachsene	45–83 µg/L
Schulkinder	69–121 µg/L

### Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr: Mikrogramm pro Tag (Männer und Frauen)

25 bis unter 51 Jahre	30 bis 70 µg/Tag
51 bis unter 65 Jahre	30 bis 70 µg/Tag
65 Jahre und älter	30 bis 70 µg/Tag

Die Selenversorgung der Menschen ist je nach Region unterschiedlich, da sie vom Selengehalt der Böden abhängig ist. Der Selengehalt des Ackerbodens ist in Süddeutschland deutlich niedriger als in Norddeutschland. Selen ist in Nahrungsmitteln an Aminosäuren gebunden. Es wird über den Dünndarm aufgenommen und über Stuhl, Harn und Atemluft ausgeschieden. Im menschlichen Körper befindet sich Selen hauptsächlich in den Nieren, aber auch in der Leber, den Hoden und der Milz. Auch ist Selen Bestandteil wichtiger Enzyme, z. B. für den Schilddrüsenstoffwechsel und das Immunsystem.

Erhöhte Werte finden sich bei berufsbedingter akuter oder chronischer Selen-Vergiftung (Porzellan-, Glas-, Elektroindustrie), Selen-Selbstmedikation, nahrungsbedingter Überversorgung mit Selen (Asien).

Selenvergiftungen des menschlichen Organismus können sich durch entzündliche Hautveränderungen und Augenreizungen äußern. Eine chronische Selenvergiftung macht sich durch Kopfschmerzen, Reizung der oberen Atemwege, Magen-Darm-Beschwerden, Nervosität und einen knoblauchartigen Geruch der Atemluft und des Schweißes bemerkbar.

Verminderte Werte finden sich bei nahrungsbedingtem Selenmangel (Diät, Abmagerungskuren, künstliche Ernährung), chronischer Nierenschwäche, Leberzirrhose, Dialyse, Krebserkrankungen, Hauterkrankungen, rheumatischen Gelenkentzündungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Muskeldystrophie.

Bei verminderten Selenwerten können sich Muskelschwäche, eine Störung der Abwehrfunktion des Immunsystems und Herzmuskelschäden bemerkbar machen.

Rauchen, vermehrter Alkoholmissbrauch sowie das Geschlecht und das Alter beeinflussen den Selenwert im Blut.

### Eisen (Fe)

Frauen	37–145 µg/dL
Männer	59–158 µg/dL

#### Empfohlene Zufuhr: Milligramm pro Tag

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 10 mg/ Tag Frauen: 15 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 10 mg/ Tag Frauen: 10 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 10 mg/ Tag Frauen: 10 mg/ Tag

### Transferrin:

Erwachsene	200–400 mg/dL
------------	---------------

Das Spurenelement Eisen spielt eine wichtige Rolle im menschlichen Organismus. Es ist unentbehrlich beim Sauerstofftransport, sowie dem Abtransport von Kohlendioxid. Es dient als Baustein für das Hämoglobin (roter Blutfarbstoff) und ist für ein gut funktionierendes Immunsystem unentbehrlich. Tagtäglich werden etwa 200 Milliarden roter Blutkörperchen (Erythrozyten) gebildet. Dieses kann der Organismus nur leisten, wenn genügend Eisen im Körper vorhanden ist. Eisen wird aus der Nahrung über den Dünndarm aufgenommen, wobei nur etwa 10 % des so zur Verfügung stehenden Eisens verwertet werden. 70 % des im Körper befindlichen Eisens befinden sich im Hämoglobin. Um in alle Zellen und Organe zu gelangen, wird das Eisen im Blut an das Transporteiweiß Transferrin gebunden. Aus dem Hämoglobin ver-

brauchter roter Blutkörperchen (Erythrozyten) wird das Eisen fast vollständig wiederverwertet bzw. zurückgewonnen. Im Gegensatz zu pflanzlichen Nahrungsmitteln kann das Eisen aus tierischen Nahrungsmitteln besser absorbiert werden. Ist ausreichend Vitamin C im Körper vorhanden, so bewirkt dies eine bessere Eisenverwertung.

Erhöhte Werte finden sich bei Eisenspeicherkrankheit (Hämochromatose), alkoholbedingter Leberzirrhose, Leberentzündung (Virushepatitis), Einnahme von Antibabypille oder Östrogenen, ernährungsbedingtem Überangebot von Eisen (Eisenvergiftung).

Drastisch erhöhte Eisenwerte können Lebervergrößerung, Herzmuskelfunktionsstörungen und Drüsenfunktionsstörungen verursachen.

Verminderte Werte finden sich bei einseitiger Ernährung, Vegetariern, übermäßigem Alkoholkonsum, Schwangerschaft, Stillzeit, starken Monatsblutungen, Hämorrhoidenblutungen, Nierenerkrankungen (nephrotischem Syndrom), chronischen Infektionskrankheiten, Herzinfarkt, Krebserkrankungen.

Chronisch verminderte Eisenwerte können zu schneller Ermüdbarkeit, Kopfschmerzen, Stimmungsschwankungen, Verstopfung, Durchfall und Infektanfälligkeit führen.

Eisenhaltige Nahrungsquellen sind Fleisch, Fisch, Leber, grüne Gemüse, Nüsse, Kartoffeln, rote Beete, Feldsalat, Schnittlauch, Vollwertgetreide, Sojamehl, Sesamsamen, rote Trauben.

Achtung: Milch, Kaffee und Tee hemmen die Aufnahme von Eisen.

## Vitamine

Vitamine sind, wie die im vorherigen Teil besprochenen Mineralstoffe und Spurenelemente, lebenswichtige Substanzen. Sie können mit Ausnahme von Vitamin K und Folsäure, die im Darm mit Hilfe von Bakterien produziert werden, nicht vom Organismus selbst hergestellt werden. Demzufolge müssen wir sie in genügender Menge dem Körper über die Nahrungskette zuführen. Die Mengen, die der Organismus benötigt, sind in der Regel sehr gering. Eine abwechslungsreiche vollwertige Ernährung mit viel Rohkost, frischem Obst und Gemüse reicht in der Regel für den Körper aus, um einen störungsfreien Stoffwechsel zu erhalten. Bei zu hoher Zufuhr an "künstlichen Vitaminen" (in Tablettenform) kann der

Körper mit der Zeit die Fähigkeit verlieren, Vitamine aus der Nahrung zu gewinnen. Eine Überdosierung kann nur bei fettlöslichen Vitaminen vorkommen, da diese im Organismus, insbesondere von der Leber, gespeichert werden können. Dieses schädliche Überangebot an Vitaminen, die so genannte Hypervitaminose ist besonders bei zu hoher Dosierung von Vitamin A und D bekannt. Die wasserlöslichen Vitamine werden vom Körper ungenutzt über den Urin ausgeschieden. Das Risiko eines Vitaminmangels besteht bei Rauchern, bei übermäßigem Alkoholkonsum, Infektionskrankheiten, Fastfood, Diäten, Störungen der Verdauungsfunktion im Magen und Dünndarm, Arzneimitteleinnahme, chronischen Lebererkrankun-

### Welche Vitamine benötigt unser Körper?

**wasserlösliche Vitamine**                      **Tagesbedarf**

Vitamin B1	1,4–1,6 mg
Vitamin B2	1,5–1,7 mg
Vitamin B6	1,6–1,8 mg
Vitamin B12	2 µg
Vitamin C	100–120 mg
Folsäure	300–600 µg
Betakarotin	2–5 mg

**fettlösliche Vitamine**                      **Tagesbedarf**

Vitamin A	5.000–6.000 IE
Vitamin D	5–10 µg
Vitamin E	12 mg
Vitamin K	60–80 µg

gen, Antibiotika-Therapie, Schwangerschaft und Stillzeit. Hier kann es zu einem akuten sowie einem chronischen Vitaminmangel kommen, der zu Beschwerden sowie bestimmten Krankheitsbildern führen kann.

Eine Mangelerscheinung von Vitaminen wird als Hypovitaminose bezeichnet. Schwere Mangelerscheinungen nennt man Avitaminosen.

Die Einnahme von Vitaminpräparaten kann sich durchaus als sinnvoll bei einem Vitaminmangel erweisen, jedoch sollte auf jeden Fall ein Arzt zu Rate gezogen werden, der über die richtige Dosierung und das richtige Präparat entscheidet.

Einzelne Vitamine, wie z.B. die Folsäure oder das Vitamin B12, können direkt im Blut nachgewiesen werden. Die Bestimmung des so genannten Vitaminstatus, also die Bestimmung aller Vitamine, ist sehr aufwendig und teuer und wird demzufolge in der Regel nur in Ausnahmefällen durchgeführt. Außerdem liefern diese Untersuchungen nicht immer absolut korrekte Ergebnisse.

Eine optimale Vitaminversorgung ist zu erreichen durch Vollwertkost, viel frisches Obst und Gemüse, schonende Zubereitung von Lebensmitteln, ohne durch langes Kochen den Vitamingehalt zu reduzieren, Vermeiden von Zucker und zuckerhaltigen Nahrungsmitteln, Vermeiden von Alkohol und Rauchen, Vermeiden von Fertiggerichten und Fastfood.

## Fettlösliche Vitamine

### Vitamin A

**Referenzbereich**

Frauen:	unter 112 µg/dL
Männer:	unter 132 µg/dL

**Empfohlene Zufuhr (Milligramm-Äquivalent pro Tag)**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 1,0 mg/ Tag
	Frauen: 0,8 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 1,0 mg/ Tag
	Frauen: 0,8 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 1,0 mg/ Tag
	Frauen: 0,8 mg/ Tag

Vitamin A ist für die Funktion unseres Sehvermögens sowie für das Wachstum und den Aufbau der Schleimhaut und der Haut von großer Bedeutung. Um unseren Körper mit Vitamin A ausreichend zu versorgen, muss Provitamin A vom Organismus in verwertbares Vitamin A umgewandelt werden.

Erniedrigte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Lebererkrankungen, künstlicher Er-

nährung, Magen-Darm-Erkrankungen (Morbus Crohn), Alkoholismus, Schwangerschaft und Stillzeit, psychischem Stress, Infektionskrankheiten, Rauchen. Mangelerscheinungen äußern sich in Nachtblindheit, Degeneration der Hornhaut des Auges, Zahnwachstumsstörungen, Verhornung von Haut und Schleimhäuten, Wachstumsstörungen bei Kindern, Geschmacks- und Geruchsstörungen.

Erhöhte Werte finden sich bei hochdosierter Vitamin-A-Einnahme, übermäßigem Verzehr von tierischer Leber. Bei Überdosierung kann es zu Appetitlosigkeit, Gewichtsverlust, Blutungsneigung und Leberfunktionsstörungen kommen.

Vitamin-A-haltige Nahrungsmittel sind Leber, Fischöl, Milch, Eier, Käse, Gemüse (Weißkohl, Spinat, Karotten, Bohnen, Broccoli, Chinakohl, Erbsen, Fenchel, Lauch, Schwarzwurzel), Äpfel, Aprikosen, Erdbeeren, Feigen, Preiselbeeren, Kaki-Früchte, Kapstachelbeere, Mangos, Papaya, Kartoffeln, Radieschen. Betakarotin, eine Vorstufe von Vitamin A, das in Karotten enthalten ist, kann ohne Fett vom Körper nicht aufgenommen wer-

den. Deshalb sollte zu gedünsteten Möhren immer ein Schuss Öl oder Butter hinzugegeben werden.

**Betakarotin**

Referenzbereich: 150–1.250 µg/L

Betakarotin wird im menschlichen Körper als Provitamin A zu Vitamin A umgewandelt. Es wirkt antioxidativ, schützt also vor schädlichen Radikalen. Damit der Körper Betakarotin aus der pflanzlichen Nahrung optimal aufnehmen kann, muss dieses, z.B. Karotten, immer mit etwas Fett gegessen werden. Zudem sollten sie nicht als Rohkost, sondern leicht gedünstet gegessen werden. Eine gesunde ausgewogene Vollwertkost beugt einem Mangel vor.

Verminderte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung sowie Erkrankungen, bei denen die Fettaufnahme gestört ist.

Betakarotin-haltige Nahrungsmittel sind Gemüse, vor allem Möhren, gelbe und grüne Blattgemüse.

**Vitamin D (Calciferole)**

**Referenzbereich Calcidiol:**

Sommer: 50-300 nmol/L  
Winter: 25-125 nmol/L

**Referenzbereich Calcitriol:**

Erwachsene: 75-80 ng/L

**Empfohlene Zufuhr (Mikrogramm pro Tag):**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 5 µg/ Tag
	Frauen: 5 µg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 5 µg/ Tag
	Frauen: 5 µg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 10 µg/ Tag
	Frauen: 10 µg/ Tag

Unter Einfluss von Sonnenlicht bildet die Haut Vitamin D. Auf Grund der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung zu den verschiedenen Jahreszeiten ist die Vitamin-D-Versorgung je nach Jahreszeit unterschiedlich. Unser Kalzium- und Phosphatstoffwechsel wird vom Vitamin D beeinflusst. Auch ist es ein wichtiger Bestandteil im Knochenauf- und -abbau.

Erniedrigte Werte finden sich bei Sonnenlichtmangel, Schwangerschaft, Dialyse, Morbus Crohn, Knochen-

stoffwechselstörungen, Nierenerkrankungen, Einnahme von Medikamenten (Barbiturate, Antiepileptika, Colestyramin). Ein Vitamin-D-Mangel kann vor allem zu Schäden am Knochenskelett und Nervensystem führen. Bei Säuglingen und Kindern kann es zu Rachitis, auch zu Knochenverformungen und Wachstumsstörungen kommen, bei Erwachsenen kann es vermehrt zur Neigung zu Knochenbrüchen, Knochenverformungen, Muskelschwäche und Gelenkschmerzen führen. Erhöhte Werte finden sich bei Überdosierung von Vitamin D. Eine Überdosierung äußert sich in Appetitlosigkeit, Brechreiz, Durchfall, starkem Durst, häufigem Wasserlassen und Kopfschmerzen. Als Spätfolgen können Nierensteine, Knochenveränderungen und Arteriosklerose auftreten.

Vitamin-D-haltige Nahrungsmittel sind Fischöl, Seefische (Lachs, Sardinen, Heringe), Leber, Eier, Milch, Milchprodukte, Pilze, Datteln.

**Vitamin E**

Frauen: unter 1,46 mg/dL  
Männer: unter 1,55 mg/dL

**Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr (Milligramm-Äquivalent pro Tag):**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 14 mg/ Tag
	Frauen: 12 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 13 mg/ Tag
	Frauen: 12 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 12 mg/ Tag
	Frauen: 11 mg/ Tag

Vitamin E schützt den Körper vor allem vor schädlichen freien Radikalen. Auch beeinflusst es den Fettstoffwechsel günstig und wirkt möglicherweise vorbeugend gegen Arteriosklerose (Arterienverkalkung).

Verminderte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Lebererkrankungen, Blutarmut, Magen-Darm-Erkrankungen. Als Folge eines länger bestehenden Vitamin-E-Mangels können Muskelschwäche und Blutbildungsstörung auftreten.

Vitamin-E-haltige Nahrungsmittel sind Pflanzenöle, Leber, Eier, Milch und Milchprodukte, Knollensellerie, Porree (Lauch), Fenchel, Erbsen, Schwarzwurzeln, Nüsse, Äpfel, Kiwi und Mangos.

**Vitamin K**

Erwachsene: 0,17–0,68 µg/L

**Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr (Mikrogramm pro Tag)**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 70 µg/ Tag Frauen: 60 µg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 80 µg/ Tag Frauen: 65 µg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 80 µg/ Tag Frauen: 65 µg/ Tag

Vitamin K ist insbesondere für die Blutgerinnung von großer Bedeutung. Ein schwerer Vitamin-K-Mangel

kann zu Blutgerinnungsstörungen und zu erhöhter Blutungsneigung führen. Häufiges Nasenbluten, eine verstärkte Regelblutung oder häufige Blutergüsse können ein Hinweis darauf sein.

Verminderte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Magen-Darm-Erkrankungen, Leber- und Galle-Erkrankungen, Bauchspeicheldrüsenerkrankungen, Arzneimittel (Antibiotika), blutgerinnungshemmender Therapie mit Vitamin-K-Antagonisten (Cumarine). Vitamin-K-Überdosierung kann ein erhöhtes Thrombose- und Embolie-Risiko bedeuten.

Vitamin-K-haltige Nahrungsmittel sind Sauerkraut, Kohl, Fleisch, Spinat, Leber, Kartoffeln und Fenchel.

## Wasserlösliche Vitamine

**Vitamin B1**

Thiamin (= Vitamin B1): 0,13–0,75 µg/dL

**Empfohlene Zufuhr (Milligramm pro Tag):**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 1,2 mg/ Tag Frauen: 1,0 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 1,1 mg/ Tag Frauen: 1,0 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 1,0 mg/ Tag Frauen: 1,0 mg/ Tag

Vitamin B1 (Thiamin) hat Einfluss auf den Abbau von Kohlenhydraten und auf die Nerventätigkeit. Je mehr Kohlenhydrate konsumiert werden, umso größer ist der Vitamin-B1-Bedarf. Vitamin B1 muss ständig mit der Nahrung dem Körper zugeführt werden, da der Organismus dieses nur in geringen Mengen speichern kann. Fast die Hälfte des täglichen Bedarfs kann mit Getreide und Getreideprodukten abgedeckt werden.

Verminderte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Magen-Darm-Erkrankungen (Malabsorptionssyndrom), Alkoholismus, Lebererkrankungen, Schwangerschaft und Stillzeit, Beriberi-Krankheit (B1-Avitaminose), Arzneimitteln (Antazida, Neuroleptika, Antiepileptika, Antibabypille).

Vitamin-B1-Mangel kann sich in Müdigkeit, Appetitlosigkeit, Reizbarkeit, Schlaf- und Verdauungsstörungen äußern. Schwerer Vitamin-B1-Mangel kann zu Herz-Kreislauf-Störungen (Herz-Rhythmus-Störungen, Herzrasen), Atemnot, Beklemmung und neurologischen Störungen wie Nervenentzündungen, Muskel-

schwäche, Muskelschmerzen, Krämpfen und Lähmungen führen. Bei schwerem Alkoholmissbrauch ist das Risiko einer Gehirnleistungsstörung bei schwerem Vitamin-B1-Mangel besonders groß.

Vitamin-B1-haltige Nahrungsmittel sind Vollkorngetreide, Hefe, Leber, Schweinefleisch, Gemüse, Milch, Kartoffeln, Nüsse, Radieschen, Rosenkohl, Schwarzwurzel.

**Vitamin B2**

Riboflavin (= Vitamin B2): 36–51 µg/dL

**Empfohlene Zufuhr (Milligramm pro Tag)**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 1,4 mg/ Tag Frauen: 1,2 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 1,3 mg/ Tag Frauen: 1,2 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 1,2 mg/ Tag Frauen: 1,2 mg/ Tag

Vitamin B2 (Riboflavin) ist in allen tierischen und pflanzlichen Organismen enthalten. Als so genanntes Koenzym beeinflusst es eine Menge an wichtigen biologischen Vorgängen. Es hat Einfluss auf den gesamten Stoffwechsel und die Hormonproduktion.

Erniedrigte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Magen-Darm-Erkrankungen, Schwangerschaft und Stillzeit, Einnahme bestimmter Medikamente (Borsäure, Chlorpromacin), Alkoholismus, Einnahme der Antibabypille, Schilddrüsenerkrankungen, Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus).

Mangelerkrankungen können zu Bindehautentzündungen, spröden Fingernägeln, rissigen Lippen und eingerissenen Mundwinkeln führen. Bei Vitamin-B2-Mangel in der Schwangerschaft kann es zu Entwicklungs- und Wachstumsstörungen des Embryos kommen.

Vitamin-B2-haltige Nahrungsmittel sind Hefe, Milch und Milchprodukte, Vollkorngetreide, Weizenkeime, Leber, Kartoffeln, Broccoli, Radieschen, Rosenkohl.

### Vitamin B6

Pyridoxal-5-Phosphat (PLP): 1,0-2,4 µg/dL

#### Empfohlene Zufuhr (Milligramm pro Tag):

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 1,5 mg/ Tag Frauen: 1,2 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 1,5 mg/ Tag Frauen: 1,2 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 1,4 mg/ Tag Frauen: 1,2 mg/ Tag

Vitamin B6 kommt in fast allen pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln vor. Es ist ein Koenzym und an zahlreichen Stoffwechselfvorgängen, vor allem am Aminosäurestoffwechsel, beteiligt. Auch spielt es eine wichtige Rolle bei der Produktion von Signalstoffen der Nerven (Neurotransmittern).

Bei einem Vitamin-B6-Mangel kann es zu Empfindlichkeitsstörungen und Missempfindungen kommen. Ein erhöhtes Risiko für Nierensteinbildung, Krämpfe bei Säuglingen, entzündliche Hauterkrankungen im Mund-, Nasen- und Augenbereich können ebenfalls eine Folge von Vitamin-B6-Mangel sein.

Erniedrigte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Morbus Crohn, Alkoholmissbrauch, Abführmittel-Missbrauch, Einnahme bestimmter Medikamente (Antibabypille, Isoniacid, D-Penicillamin).

Vitamin-B6-haltige Nahrungsmittel sind Fleisch vor allem Innereien, Vollwertgetreide, Sojamehl, Milchprodukte, Kartoffeln, Möhren, Bananen, Avocados.

### Vitamin B12

Erwachsene: 220–925 pg/mL

#### Empfohlene Zufuhr (Mikrogramm pro Tag):

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 3,0 µg/ Tag Frauen: 3,0 µg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 3,0 µg/ Tag Frauen: 3,0 µg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 3,0 µg/ Tag Frauen: 3,0 µg/ Tag

Vitamin B12 (Cobalamin) wird vom Körper in der Leber gespeichert. Hierdurch kann ein gelegentlicher Mangel an Vitamin B12 problemlos ausgeglichen werden. Vitamin B12 hat Einfluss auf den Eiweißstoffwechsel und ist beteiligt am Aufbau der roten Blutkörperchen. Ein Vitamin-B12-Mangel kommt beim Erwachsenen relativ selten vor, wenn die Ernährung aus einer abwechslungsreichen vollwertigen Kost besteht. Bei reinen Vegetariern kann hingegen ein Vitamin-B12-Mangel auftreten, da bei rein vegetarischer Kost dem Körper kein Vitamin B12 zugeführt wird. Mangelerkrankungen können sich äußern in Schwächegefühl und Müdigkeit, Zittern, Gewichtsabnahme, Geschmacks- und Geruchsstörungen, Gedächtnisstörungen, Zungenbrennen, Störungen in der Blutbildung, Sensibilitätsstörungen.

Verminderte Werte finden sich bei Mangel- und Fehlernährung, Morbus Crohn, Colitis ulcerosa, Magenkrebs, erblichen Stoffwechselerkrankungen.

Bei Vegetariern, die durch die Ernährung Gefahr laufen, einen Vitamin-B12-Mangel zu erleiden, kann eine Nahrungsergänzung durch Gabe von Vitamin B12 durchaus angezeigt sein.

Vitamin-B12-haltige Nahrungsmittel sind Fleisch, vor allem Innereien, Fisch, Milchprodukte, Eier, Spinat, Blumenkohl.

Allgemeiner Vitamin-B-Mangel äußert sich vor allem in Taubheitsgefühl in den Gliedmaßen und Missempfindungen wie Kribbeln. Vitamin-B-Präparate werden deshalb oft zur Behandlung dieser Symptome verordnet.

**Vitamin C**

Erwachsene: 0,4-1,8 mg/dL

**Empfohlene Zufuhr (Milligramm pro Tag):**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 100 mg/ Tag Frauen: 100 mg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 100 mg/ Tag Frauen: 100 mg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 100 mg/ Tag Frauen: 100 mg/ Tag

Vitamin C (L-Ascorbinsäure) kann im menschlichen Körper nicht selbst hergestellt werden. Es wird vom Körper benötigt, um zahlreiche biochemische Vorgänge im Körper ablaufen zu lassen. Vitamin C begünstigt die Aufnahme und Verwertung von Eisen aus der Nahrung, stärkt das Immunsystem, nimmt günstigen Einfluss auf die Produktion von Hormonen und Signalstoffen des Nervensystems, ist beteiligt am Aufbau und der Stabilisation von Bindegewebe. Außerdem wirkt Vitamin C antioxidativ, d.h., es wirkt gegen schädliche Radikale und fördert die Wundheilung. Ein Vitamin-C-Mangel äußert sich in Müdigkeit, Leistungsschwäche, Appetitlosigkeit, Abwehrschwäche, Störungen in der Wundheilung und Eisenaufnahmestörungen. Spätfolgen eines chronischen Vitamin-C-Mangels sind Schleimhaut und Hautblutungen, Zahnfleischschwund mit Lockerung und Ausfall der Zähne, bis zu schweren Blutungen am ganzen Körper. Seefahrer in frühen Jahrhunderten litten an der gefürchteten Skorbut-Erkrankung, da auf See oft monatelang frisches Obst und Gemüse fehlte.

Ein erhöhter Vitamin-C-Bedarf besteht auch bei Rauchern.

Vitamin-C-haltige Nahrungsmittel sind frisches Obst, vor allem Zitrusfrüchte und Früchte wie Aprikosen, Bananen, Grapefruit, Guave, Heidelbeeren, schwarze Johannisbeeren, Kapstachelbeere, Kiwi, Limetten, Mandarinen, Mangos, Melonen, Orangen, Nektarinen, Papaya, Pflirsiche, Preiselbeeren, Weintrauben, Zitronen. Frisches Gemüse wie Blumenkohl, Paprika, Broccoli, Chicoree, Chinakohl, Feldsalat, Fenchel, Grünkohl, Gurken, Kohlrabi, Kopfsalat, Lauch, Radieschen, rote Beete, Schwarzwurzel, Spargel, Spinat, Zucchini, Zwiebeln und vor allem frisches Sauerkraut.

Verminderte Werte finden sich bei Mangelernährung, Lebererkrankungen, Tumorerkrankungen, rheumatischen Erkrankungen, Infektionskrankheiten, Alkoholmissbrauch, übermäßigem Rauchen, Dialyse, Schwangerschaft und Stillzeit, Einnahme von bestimmten

Arzneimitteln (Diuretika, Antibiotika, Cortison, Östrogene).

Bei einer akuten Infektionskrankheit, wie einem grippalen Infekt, kann es durchaus sinnvoll sein, dem Körper Vitamin C als Nahrungsergänzungsmittel zuzuführen.

Frisch gepresster Saft aus Süd- bzw. Zitrusfrüchten kann jedoch ebenso den vermehrten Bedarf decken.

**Folsäure**

Erwachsene: 2,7–16,1 ng/mL

**Empfohlene Zufuhr (Mikrogramm-Äquivalent pro Tag):**

25 bis unter 51 Jahre	Männer: 400 µg/ Tag Frauen: 400 µg/ Tag
51 bis unter 65 Jahre	Männer: 400 µg/ Tag Frauen: 400 µg/ Tag
65 Jahre und älter	Männer: 400 µg/ Tag Frauen: 400 µg/ Tag

Folsäure (Pteroylglutaminsäure) ist am Aufbau der roten Blutkörperchen sowie an der Herstellung von Purinen und Nukleinsäuren (DNA-Synthese) beteiligt.

Ein Folsäuremangel kann zu Blutbildungsstörungen mit Blutarmut führen. Bei Folsäuremangel können ähnliche Beschwerden wie bei Vitamin-B12-Mangel auftreten: Verdauungsstörungen, Durchfall, Übelkeit mit Brechreiz, Haarausfall, Schleimhautveränderungen im Mund, Dermatitis (entzündliche Hautveränderungen).

Verminderte Werte finden sich bei Mangelernährung, Morbus Crohn, Lebererkrankungen, Schilddrüsenüberfunktion, Alkoholmissbrauch, Schwangerschaft, Infektionskrankheiten, Blutarmut (hämolytische Anämie), Dialyse, Tumorerkrankungen, Einnahme bestimmter Arzneimittel wie Acetylsalicylsäure, Barbiturate, Triamteren, Primidon, Sulfasalazin, Diphenylhydantoin, Chemotherapeutika.

Bei Gabe von Folsäure sollte eine Überdosierung vermieden werden, da 15mg Folsäure pro Tag zu Stimmungsschwankungen, Schlaf- und Verdauungsstörungen führen kann. Auch kann es zu allergischen Reaktionen wie Juckreiz führen. Durch die rasche Ausscheidung von Folsäure wird jedoch in der Regel eine normale Folsäurekonzentration im Blut innerhalb von zwölf Stunden wieder erreicht.

Folsäurehaltige Nahrungsmittel sind Fleisch, vor allem Leber, Vollkorngetreide, Hefe, Blattgemüse.

## **LABORWERTE**

---