

# W

---

## Waagen

► Messvorrichtungen, gravimetrische

---

## Waalser-Rose-Test

T. Arndt

**Definition** Historischer Agglutinationstest zur Bestimmung von ► [Rheumafaktoren](#).

**Beschreibung** Mit heterologem ► [Immunglobulin G](#) beladene Schafserythrozyten werden mit Verdünnungsstufen des Patientenserums inkubiert. In Gegenwart von Rheumafaktoren agglutinieren die Erythrozyten ab einer bestimmten Verdünnungsstufe, die einer Rheumafaktorkonzentration zugeordnet werden kann. Heute obsoletter Test, ersetzt durch ► [Rheumafaktoren](#) bzw. ► [Autoantikörper](#) gegen (zyclische) citrullinierte Peptide (CCP).

### Literatur

Rose HM, Regan C, Pearce E, Lipman MO (1948) Differential agglutination of normal and sensitized sheep erythrocytes by sera of patients with rheumatoid arthritis. Proc Soc Exp Biol Med 68:1–6

---

## Wachstumshormon

M. Bidlingmaier

**Synonym(e)** [Somatotropes Hormon](#); [Somatotropin](#); [Somatotropin](#)

**Englischer Begriff** growth hormone; human growth hormone; hGH; somatotropin

**Definition** Von den somatotropen Zellen des Hypophysenvorderlappens sezerniertes Peptidhormon (s. ► [Peptidhormone](#)) mit wachstumsfördernden, anabolen und metabolischen Effekten.

**Struktur** Einkettiges Peptid, das in mehreren molekularen Isoformen vorliegt. Die Hauptisoform besteht aus 191 Aminosäureresten, die strukturell in 4  $\alpha$ -Helices mit 2 intramolekularen Disulfidbindungen angeordnet sind. Es existieren mehrere kürzere molekulare Isoformen, das Molekül zirkuliert als Homo- oder Heterodimer der verschiedenen Isoformen.

**Molmasse** 22.125 Da (Hauptisoform).

**Synthese – Verteilung – Abbau – Elimination** Die hypophysäre Synthese und Sekretion werden durch verschiedene Peptide reguliert. Das hypothalamische „growth hormone releasing hormone“ (GHRH) sowie das gastrale ► [Ghrelin](#) stimulieren, das hypothalamische Somatostatin supprimiert die Sekretion. Diese ist pulsatil, wobei Pulsfrequenz und -amplituden im Schlaf am größten sind. Eine Besonderheit ergibt sich bei der Frau während der Schwangerschaft. Hier wird die pulsatile hypophysäre Wachstumshormonsekretion sukzessive ersetzt durch eine tonische Sekretion einer nur in 13 Aminosäuren unterschiedenen plazentaren Variante des Wachstumshormons (hGH-V). Postpartal übernimmt innerhalb von Minuten wieder die Hypophyse die Wachstumshormonsekretion.

Wachstumshormon zirkuliert zum Teil gebunden an ein Bindungsprotein („growth hormone binding protein“, GHBP), das der solublen Form der extrazellulären Domäne des Wachstumshormonrezeptors entspricht. Dieser gehört zur Familie der Zytokinrezeptoren. Nach Bindung von Wachstumshormon kommt es zu einer Konformationsänderung des dimerisierten Rezeptors, die eine Signalkaskade unter Betei-

ligung der Januskinase und der STAT-(„signal transducers and activators of transcription“-)Proteine auslöst. Freies Wachstumshormon hat eine sehr kurze Halbwertszeit von weniger als 20 Minuten und wird nach Degradation vornehmlich renal eliminiert.

**Halbwertszeit** Ca. 20 Minuten.

**Pathophysiologie** Physiologischerweise wird die Wachstumshormonsekretion durch körperliche Aktivität, Stress, Fasten und Schlaf stimuliert, durch freie Fettsäuren, orale Glukoseaufnahme und im Sinne eines negativen Feedback durch IGF-I (► [Insulin-like growth factor I](#)) supprimiert. Wachstumshormon hat direkte Effekte wie z. B. eine ausgeprägte Stimulation der Lipolyse und eine Erhöhung der Blutglukose. Andere Effekte, darunter die namensgebende Beeinflussung des longitudinalen Knochenwachstums bei Kindern und Jugendlichen, werden jedoch wesentlich über die Stimulation der Synthese und Sekretion des peripheren Mediators IGF-I (► [Insulin-like growth factor I](#)) vermittelt. Ca. 70 % des zirkulierenden IGF-I sind hepatischen Ursprungs, der Rest entsteht durch lokale Synthese in verschiedenen Organen. Während des pubertären Wachstumsschubs ist die Wachstumshormonsekretion besonders stark, es bleibt jedoch auch im Erwachsenenalter ein wichtiges metabolisches Hormon.

Ein Wachstumshormonmangel kann als Resultat spezifischer Genmutationen angeboren sein oder aufgrund hypophysen- bzw. hypothalamusdestruierender Prozesse (Hirntumoren, kranialer Bestrahlung) im Kindes- oder Erwachsenenalter erworben werden. Tritt er im Kindesalter auf, kommt es zum Minderwuchs, beim erst im Erwachsenenalter eintretenden Wachstumshormonmangel stehen die metabolischen Aspekte wie eine Verschlechterung des kardiovaskulären Risikoprofils im Vordergrund. Eine seltene Sonderform der wachstumshormonassoziierten Erkrankungen stellt die Wachstumshormonresistenz bei Mutationen im Wachstumshormonrezeptor dar (Laron-Syndrom). Hierbei findet sich das Wachstumshormon charakteristischerweise trotz sehr niedriger IGF-I-Konzentrationen erhöht. Auch orale ► [Estrogene](#) führen zu einer hepatischen Wachstumshormonresistenz. Der Wachstumshormonmangel bei Kindern und Erwachsenen kann durch die tägliche Injektion von rekombinantem Wachstumshormon therapiert werden.

Ein Wachstumshormonexzess geht in der Regel auf ein von den somatotropen Zellen des Hypophysenvorderlappens ausgehendes autonomes Adenom zurück oder wird selten auch durch die ektope Produktion von GHRH ausgelöst. Tritt er im Kindesalter auf, kommt es zum exzessiven Längenwachstum (Gigantismus), im Erwachsenenalter imponiert er klinisch als Akromegalie mit Vergrößerung der Akren, Makroglossie und Organomegalie. Neben der operativen Ent-

fernung des Hypophysenadenoms ist meist eine medikamentöse Therapie mit Somatostatinanaloge oder einem Wachstumshormonrezeptorantagonisten nötig.

**Untersuchungsmaterial** Serum, Plasma.

**Probenstabilität** Bis 48 Stunden bei Raumtemperatur, eingefroren ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) mehrere Jahre.

**Präanalytik** Bei Patienten, die mit dem Wachstumshormonrezeptorantagonisten Pegvisomant behandelt werden, ist eine Bestimmung von Wachstumshormon nur mit besonderen Assays sinnvoll, da die meisten Routinemethoden durch die hohen Konzentrationen des zur Rezeptorblockade eingesetzten Wachstumshormonanalogs gestört werden.

**Analytik** Immunoassay. Analytische Methoden sollten gegen den aktuellen rekombinanten Internationalen Standard 98/574 kalibriert sein und spezifisch die 22.000-Da-Hauptisoform erfassen. Die Kreuzreaktivität mit der placentaren Variante (hGH-V) muss bekannt sein.

**Konventionelle Einheit** ng/mL.

Die mancherorts noch übliche, (aus der Zeit vor Herstellung des rekombinanten Standards stammende) Angabe von Einheiten (International Units, IU), die sich auf einen Vergleich mit teilgereinigten hypophysären Extrakten bezieht, wird nicht mehr empfohlen. Für den rekombinanten Standard 98/574 gibt der Hersteller zur Umrechnung  $1\text{ mg} = 3,0\text{ IU}$ .

**Internationale Einheit** Nachdem Wachstumshormon aus einer Reihe molekularer Isoformen besteht, wäre eine Umrechnung in molare Einheiten nur isoformspezifisch möglich. Klinisch ist sie unüblich.

**Referenzbereich** Die Wachstumshormonassays führen aufgrund ausgeprägter Unterschiede in Spezifität und Kalibrierung zu sehr unterschiedlichen absoluten Konzentrationen. Daher ist eine assayunabhängige Angabe von Referenzbereichen irreführend.

Die Bestimmung von Wachstumshormon in einer einzelnen, spontan abgenommenen Probe ist aufgrund der pulsatischen Sekretion in aller Regel wenig sinnvoll. Tagsüber ist Wachstumshormon vor allem bei Männern oft nicht messbar, was bei den meisten Assays Konzentrationen von  $<0,1\text{ ng/mL}$  entspricht. Findet die Blutentnahme jedoch zufällig um einen Sekretionspeak herum statt, finden sich auch bei Gesunden Konzentrationen von über  $40\text{ ng/mL}$ . Die Diagnostik von wachstumshormonassoziierten Erkrankungen erfolgt daher immer über Stimulations- bzw. Suppressionstests.

Als Goldstandard der Stimulationstests gilt der ▶ **Insulin-Hypoglykämie-Test**, alternativ kommen auch der ▶ **Arginin-Test**, der Glukagontest oder – bei Kindern – der Arginintest alleine zum Einsatz.

Als Suppressionstest wird der ▶ **Glukosetoleranztest, oral** durchgeführt. Nach Trinken einer Lösung mit 75 g Glukose wird nach 30, 60, 90, 120 und 180 Minuten Wachstumshormon bestimmt. Bewertet wird die maximale Suppression (Nadir), bei Verwendung von modernen, isoformspezifischen und gegen den rekombinanten Standard kalibrierten Assays finden sich hierfür bei gesunden Probanden Nadirkonzentrationen deutlich unter 1 ng/mL.

### Indikation

- Differenzialdiagnose von Wachstumsstörungen
- Verdacht auf Wachstumshormonmangel bei Kindern und Erwachsenen
- Akromegalie, Gigantismus

**Interpretation** S. Pathophysiologie und Referenzbereich.

**Diagnostische Wertigkeit** Die Bestimmung von Wachstumshormon in einer einzelnen, spontan abgenommenen Probe ist aufgrund der pulsatilen Sekretion in aller Regel wenig sinnvoll. Die Diagnostik von wachstumshormonassoziierten Erkrankungen erfolgt daher immer über Stimulations- bzw. Suppressionstests.

Gegenüber dem pulsatil ausgeschütteten Wachstumshormon kann IGF-I in einer einzelnen Probe als generellerer Indikator der integrierten Wachstumshormonsekretion herangezogen werden. Zu den Limitationen s. IGF-I (▶ **Insulin-like growth factor I**).

### Literatur

- Bidlingmaier M, Freda PU (2010) Measurement of human growth hormone by immunoassays: current status, unsolved problems and clinical consequences. *Growth Hormon IGF Res* 20(1):19–25
- Clemmons DR (2011) Consensus statement on the standardization and evaluation of growth hormone and insulin-like growth factor assays. *Clin Chem* 57(4):555–559
- Manolopoulou J, Alami Y, Petersenn S, Schopohl J, Wu Z, Strasburger CJ, Bidlingmaier M (2012) Automated 22-kD growth hormone-specific assay without interference from Pegvisomant. *Clin Chem* 58(10):1446–1456

## Wachstumshormon-Belastungstest

▶ **Exercise-Test**

## Wachstumshormon-Releasinghormon

M. Bidlingmaier

**Synonym(e)** Somatoliberin; Somatorelin

**Englischer Begriff** growth hormone releasing hormone (GHRH); growth hormone releasing factor (GRF)

**Definition** Hypothalamisches Neuropeptid, das an der Hypophyse die Wachstumshormonsekretion stimuliert.

**Struktur** Peptid, 44 bzw. 40 Aminosäuren ([GRH(1-44)-NH<sub>2</sub> und GRH(1-40)-OH]).

**Molmasse** 5039,65 g.

**Synthese – Verteilung – Abbau – Elimination** Wachstumshormon-Releasinghormon ist ein Neuropeptid, das vor allem im Nucleus arcuatus des Hypothalamus synthetisiert und in den Portalkreislauf sezerniert wird. An der Adenohypophyse stimuliert es über einen G-Protein-gekoppelten Rezeptor die Synthese und Sekretion von ▶ **Wachstumshormon**. In Zirkulation wird GHRH sehr rasch durch die Dipeptidylpeptidase IV in den stabileren Metaboliten GHRH(3-44)-NH<sub>2</sub> überführt.

**Halbwertszeit** Nach i.v. Administration ca. 8 Minuten.

**Pathophysiologie** Angesichts der elementaren Bedeutung von GHRH für die Regulation der Wachstumshormonsekretion ist es überraschend, dass bislang keine Mutationen im GHRH-Gen als Ursache des Minderwuchses gefunden wurden. Mutationen im GHRH-Rezeptor sind hingegen beschrieben. Die ektope Produktion von GHRH durch verschiedene Tumoren (u. a. Bronchialkarzinome) findet sich in <1 % der Patienten mit Akromegalie als Ursache der exzessiven Wachstumshormonsekretion.

**Untersuchungsmaterial** Plasma.

**Probenstabilität** In Vollblut instabil.

**Präanalytik** Abnahme in gekühlte Abnahmegefäße unter Zugabe von Proteaseinhibitoren, rasche Zentrifugation.

**Analytik** Immunoassay nach Chromatographie.

**Konventionelle Einheit** pg/mL.

**Referenzbereich – Erwachsene** <100 pg/mL.

**Indikation** Akromegalie ohne hypophysären Tumor.

**Interpretation** Normalerweise erreicht hypothalamisch sezerniertes GHRH direkt über das Portalsystem die Hypophyse, die peripheren GHRH-Konzentrationen liegen unter der Nachweisgrenze der Assays. Messbare GHRH-Konzentrationen sprechen daher für eine ektope Quelle.

**Diagnostische Wertigkeit** GHRH spielt diagnostisch nur bei der unklaren Akromegalie eine Rolle. In den seltenen Fällen einer nachgewiesenen ektope Sekretion kann es im Sinne eines Tumormarkers (► **Tumormarker**) auch in der Verlaufskontrolle genutzt werden. GHRH-Bestimmungen tragen nicht zur Diagnostik bei Wachstumshormonmangel bei.

## Literatur

Ghazi AA, Amirbaigloo A, Dezfooli AA, Saadat N, Ghazi S, Pourafkari M, Tirgari F, Dhall D, Bannykh S, Melmed S, Cooper O (2013) Ectopic acromegaly due to growth hormone releasing hormone. *Endocrine* 43(2):293–302. <https://doi.org/10.1007/s12020-012-9790-0>. Epub 2012 Sep 15

---

## Wachstumshormon-Releasinghormon-/Arginin-Test

► **Wachstumshormon-Stimulationstest** (GHRH- und/oder Arginin-induziert)

---

## Wachstumshormon-Stimulationstest

► **Exercise-Test**

---

## Wachstumshormon-Stimulationstest (GHRH- und/oder Arginin-induziert)

M. Bidlingmaier

**Synonym(e)** GHRH-Arginin-Test; Wachstumshormon-Releasinghormon-/Arginin-Test

**Englischer Begriff** growth hormone-releasing hormone (GHRH)/arginine stimulation test

**Definition** Stimulationstest unter Verwendung des hypothalamischen Releasinghormons zur Überprüfung der Funktion

der wachstumshormonsezernierenden (somatotropen) Zellen des Hypophysenvorderlappens.

**Durchführung** Legen einer Verweilkanüle, Offenhalten durch langsame Infusion von Kochsalzlösung. Basale Blutentnahmen bei –15 Minuten und unmittelbar vor Testbeginn (0 Minuten). Injektion von 100 µg GHRH (1 µg/kg KG bei Kindern), gefolgt von der Kurzinfusion von L-Arginin-Hydrochlorid (0,5 g/kg KG, Maximaldosis 30 g) in Kochsalzlösung (z. B. 6 %). Weitere Blutentnahmen bei 30, 45, 60, 90 und 120 Minuten. Bestimmung von Blutglukose und Wachstumshormonkonzentration im Serum zu allen Zeitpunkten. Eine vorübergehende Flushsymptomatik ist relativ häufig, insgesamt ist der Test jedoch gut verträglich.

**Struktur** ► **Wachstumshormon**.

**Molmasse** ► **Wachstumshormon**.

**Synthese – Verteilung – Abbau – Elimination** ► **Wachstumshormon**.

**Halbwertszeit** ► **Wachstumshormon**.

**Pathophysiologie** Die Wachstumshormonsekretion der Hypophyse wird physiologischerweise durch das hypothalamische GHRH stimuliert und durch ► **Somatostatin** supprimiert. Die Aminosäure ► **Arginin** supprimiert ihrerseits ► **Somatostatin**. Die Kombination von GHRH und Arginine ist somit ein potenter Stimulator der hypophysären Wachstumshormonsekretion. Bei Störungen der somatotropen Funktion auf hypophysärer Ebene ist die Stimulation abgeschwächt oder bleibt ganz aus.

**Untersuchungsmaterial** Serum.

**Präanalytik** Auf stressfreie Untersuchungsbedingungen achten.

**Analytik** ► **Wachstumshormon**.

**Probenstabilität** ► **Wachstumshormon**.

**Konventionelle Einheit** ► **Wachstumshormon**.

**Internationale Einheit** ► **Wachstumshormon**.

**Referenzbereich – Erwachsene** Referenzbereiche für Wachstumshormon sind stark vom verwendeten Assay und vom ► **Body-Mass-Index** (BMI) abhängig:

BMI <25 kg/m<sup>2</sup>: >6,5 (m) bzw. >9,7 (w)

BMI 25–30 kg/m<sup>2</sup>: >3,5 (m) bzw. >8,5 (w)

BMI >30 kg/m<sup>2</sup>: >2,2 (m) bzw. >4,4 (w)

**Referenzbereich – Kinder** Der Test wird bei Kindern seltener eingesetzt. Generell liegen aber die diagnostischen Entscheidungsgrenzen (Cut-offs) für Wachstumshormon-Stimulationstests bei Kindern höher als bei Erwachsenen.

**Indikation** Verdacht auf Wachstumshormonmangel, Minderwuchs, Hinweise für hypothalamisch-hypophysäre Störungen, Hypophysentumoren, nach kranialer Bestrahlung und bei traumatischen Hirnverletzungen.

**Interpretation** S. Referenzbereiche. Eine Stimulation über die Cut-off-Werte hinaus schließt einen hypophysär bedingten Wachstumshormonmangel aus.

**Diagnostische Wertigkeit** Es wird spezifisch das Ansprechen der Hypophyse auf den physiologischen Stimulus GHRH getestet. Im Gegensatz zum ▶ **Insulin-Hypoglykämie-Test** erfolgt mit dem GHRH-Arginin-Test keine Überprüfung der hypothalamischen Komponente der somatotropen Achse. Dies wird von einigen Autoren als Limitation des GHRH-Arginin-Tests bei der Diagnostik des Wachstumshormonmangels im Kindesalter angesehen, da dort hypothalamische Störungen häufiger sind. Neben dem Alter sind Körperzusammensetzung, Fettmasse und Geschlecht wichtige Einflussgrößen, die bei der Interpretation berücksichtigt werden müssen. Das Labor sollte entsprechend detaillierte Referenzbereiche zur Verfügung stellen.

## Literatur

Deutschbein T, Bidlingmaier M, Schopohl J, Strasburger CJ, Petersenn S (2017) Anthropometric factors have significant influence on the outcome of the GHRH-arginine test: establishment of normative data for an automated immunoassay specifically measuring 22 kDa human growth hormone. Eur J Endocrinol 176(3):273–281. <https://doi.org/10.1530/EJE-16-0668>

## Wachstumshormon-Stimulationstest (unter körperlicher Belastung)

▶ **Exercise-Test**

## Wahrer Wert einer Größe

C. Vidal und W.-R. Külpmann

**Englischer Begriff** true quantity value; true value of a quantity; true value

**Definition** Größenwert, der mit der Definition einer ▶ **Größe** in Übereinstimmung ist (Brinkmann 2012). Für Anmerkungen s. Literatur.

## Literatur

Brinkmann B (2012) Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM) Deutsch-englische Fassung. ISO/IEC-Leitfaden 99:2007, 4. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin

## Wahrscheinlichkeit für den Fehler 1. Art

▶ **Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$**

## Wahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art

▶ **Irrtumswahrscheinlichkeit  $\beta$**

## Wahrscheinlichkeit zum Auftreten eines Phänotyps aufgrund eines gegebenen Genotyps

▶ **Penetranz**

## Wai-Index

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** **APRI; Leberfibrose-Index nach Wai**

**Englischer Begriff** Wai index

**Definition** Formel zur nicht invasiven Erfassung einer Leberfibrose und deren Aktivität (Fibrogenese) mittels Blutkenngrößen (▶ **Fibrosekenngrößen**).

**Beschreibung** Durch multivariate Analyse ermittelte Formeln zur Diagnose signifikanter Fibrose oder Fibrogenese bei Hepatitis C mittels Bestimmung von ▶ **Aspartat-Aminotransaminase (AST)-Aktivität** und ▶ **Thrombozyten-Zahl**.

$$\text{APRI} = \frac{\text{AST (x-faches der oberen Referenzbereichsgrenze)}}{\text{Thrombozytenzahl [10}^9\text{/L]}} \times 100$$

APRI = AST-platelet ratio index

In Abhängigkeit von dem APRI betragen die positiven und negativen prädiktiven Werte 61–88 %, die Sensitivitäten (► [Sensitivität, diagnostische](#)) und Spezifitäten (► [Spezifität, diagnostische](#)) 41–95 %.

## Literatur

Wai CT, Greenon JK, Fontana RJ et al (2003) A simple noninvasive index can predict both significant fibrosis and cirrhosis in patients with chronic hepatitis C. *Hepatology* 38:518–526

---

## WAN

O. Colhoun

**Synonym(e)** [WAN](#)

**Englischer Begriff** wide area network

**Definition** Sich über große Entfernungen erstreckendes Computernetzwerk, im Gegensatz zu einem LAN („local area network“, lokales Netzwerk).

**Beschreibung** Ein WAN ist häufig aus mehreren ► [LAN](#) aufgebaut, die verbunden sind. Beispiele sind Krankenhausnetzwerke, welche die LAN einzelner Standorte zu einem WAN zusammenschließen. Auch das Internet ist ein WAN. Als ► [Schnittstelle](#) zwischen den oft unterschiedlichen lokalen Netzwerken dienen Gateways, Bridges und Router.

---

## Wanderungsgeschwindigkeit, elektrophoretische

► [Mobilität, elektrophoretische](#)

---

## Wanderungstrecke

► [Dünnschichtchromatographie](#)  
 ► [Papierelektrophorese](#)  
 ► [SDS-Elektrophorese](#)

---

## Warburg, Otto Heinrich

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Lebensdaten** Deutscher Biochemiker, Arzt und Physiologe, geboren am 8. Oktober 1883 in Freiburg (Breisgau), gestorben am 1. August 1970 in Berlin.

**Verdienste** Warburg entstammt einer berühmten Gelehrten- und Bankiersfamilie, studierte ab 1903 in Freiburg und Berlin Chemie und promovierte im Jahr 1906 bei Emil Fischer (1852–1919). Anschließend Medizinstudium u. a. in Heidelberg, wo er mit experimentellen Arbeiten bei dem berühmten Internisten Ludolf von Krehl (1861–1937) 1911 promovierte. Ab 1914 war Warburg bis zu seinem Tod ununterbrochen in Berlin tätig, zunächst als Professor am Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem, und ab 1931 als Direktor des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Zellphysiologie. Otto Warburg zählt zu den hervorragenden Biochemikern des 20. Jahrhunderts, erhielt zahlreiche Auszeichnungen und 1931 den Nobelpreis für Physiologie für seine epochalen Arbeiten zum Mechanismus der Zellatmung. Wissenschaftliche Schwerpunkte waren die Zellatmung mit Entdeckung der Cytochrom-Oxidase („Warburg-Ferment“) und Atmungskette, die Bedeutung der ► [Spurenelemente](#) ► [Eisen](#) und ► [Kupfer](#) sowie der Vitamine als Bestandteile von Enzymen und Koenzymen der Atmung mit Entdeckung, dass Flavine und Nikotinamide die aktiven Gruppen wasserstoffübertragender Enzyme sind, Stoffwechsel von Krebszellen mit Aufstellung der Warburg-Hypothese (Umwandlung der Energiegewinnung in Tumorzellen von der Atmung zur Gärung, was einen Zellstoffwechsel in Abwesenheit von Sauerstoff, also anaerob, ermöglicht), Photosynthese und zahlreiche methodisch-analytische Innovationen (z. B. Entwicklung enzymatisch-optischer Tests). Warburg arbeitete noch als 85-Jähriger täglich im Institut und verstarb 1970 an den Folgen eines Unfalls in Berlin.

## Literatur

Krebs H (1979) Otto Warburg. Wiss. Verlagsgesellschaft, Stuttgart

---

## Warenwirtschaftssystem

O. Colhoun

**Englischer Begriff** inventory management system

**Definition** Computergestütztes System für die Echtzeit-Bestandsführung, Bestellung, Verwaltung und Analyse von Reagenzien und Verbrauchsmaterialien im Labor.

**Beschreibung** Das Warenwirtschaftssystem definiert allgemein jede Software, die die Warenströme im Geschäftsprozess eines Unternehmens abbildet. Es besitzt in der Regel ein Dokumentenmanagement und ermöglicht individuelle Aufträge, Lieferscheine und Rechnungen zu erstellen. Auch Kundendaten und -Informationen müssen eingegeben, gepflegt und schnell abgefragt werden können. Die Fakturierung – Übergabe der Rechnungsausgangsbuchung an die Buchhaltung – schließt in der Regel den Verkaufsprozess eines Warenwirtschaftssystems ab. Auch eine Überwachung des Lagerbestands, das Abrufen von Bewegungsdaten der Waren und Lieferungen sowie die Ermittlung von Lagerkennzahlen wie Mindestbestand, Meldebestand und Höchstbestand gehören zu den Aufgaben eines Warenwirtschaftssystems.

Ein Warenwirtschaftssystem im medizinischen Labor dient der Koordination von Warenbewegungen und dem Überblick des Materialverbrauchs, was gleichzeitig zu Kosten- und Arbeitszeiteinsparung führt: Entfall manueller Inventur zur Ermittlung des aktuellen Bestandes, Standardisierung des Bestellprozesses zu Mindest- und Höchstbestand, Umgehung von papierbasierter Bestellung, sofortige Kenntnis der Lieferfähigkeit der bestellten Waren, Eingang eines elektronischen Lieferscheins und automatisierte Anpassung des Bestandes. Das Ein- und Ausbuchen von Waren wie z. B. Reagenzien erfolgt auf Basis kontaktloser Identifikation durch Nahfunk-Signale (RFID-Technik). Jede Verbrauchseinheit ist durch ein RFID-Etikett markiert, das bei Eingang der Lieferung in den Bestand eingescannt wird, beim Verbrauch entsprechend ausgescannt. Die laborindividuellen Kundendaten, Bestellgüter, Benutzer und Lagerorte sind in den Stammdaten des Systems hinterlegt. Ein Warenwirtschaftssystem greift beim Bestellprozess auf die Echtdaten des Lieferanten zu Lagerbestand, Lieferdatum und -dauer zu und erlaubt jederzeit einen Einblick auf Ort und Versandstatus der bestellten Waren.

## Literatur

Boubnane S (2014) Das RFID-gestützte Inventory Management System „sLim“ – Prozeßanalyse der Logistik und Vorteile einer automatisierten Bestandsführung im medizinischen Labor. Diplomarbeit Studiengang Medizintechnik 789664, Technische Hochschule Mittelhessen Fachbereich Krankenhaus- und Medizintechnik

## Warfarin

► Cumarine

## Wärmeantikörper

K. Kleesiek, C. Götting, J. Diekmann, J. Dreier und M. Schmidt

**Synonym(e)** [Wärmereaktive Antikörper](#)

**Englischer Begriff** warm antibodies

**Definition** Antikörper, deren Reaktionsoptimum der Antigen-Antikörper-Bindung in blutgruppenserologischen Tests bei 37 °C liegt.

**Beschreibung** Wärmeantikörper und ► [Kälteantikörper](#) werden anhand des Optimums der Antigen-Antikörper-Bindung der jeweiligen Antikörper in blutgruppenserologischen Testverfahren klassifiziert. Wärmeantikörper zeigen eine optimale Antigen-Antikörper-Reaktion bei Temperaturen um 37 °C und eine Abnahme der Reaktivität bei sinkenden Temperaturen. Bei 4 °C erfolgt die Antigenbindung so langsam, dass sie in den angewandten Testverfahren im immunhämatologischen Laboratorium nicht mehr nachgewiesen wird. Zu den Kälteantikörpern gehören Antikörper, deren Optimum der Antigenbindung bei 4 °C liegt und bei denen bei Temperaturen etwa >30 °C keine Antigen-Antikörper-Reaktion mehr stattfindet. Während Kälteantikörper meistens IgM-Antikörper sind, gehören die Wärmeantikörper in der Regel der IgG-Klasse an und stellen Immunkörper dar, die durch Immunisierung mit Fremderthrozyten im Rahmen von Schwangerschaften oder Transfusionen gebildet werden.

## Literatur

Metaxas-Bühler M (1993) Blutgruppen und Transfusionsmedizin. Verlag Hans Huber, Bern/Göttingen/Toronto/Seattle  
Mollison PL, Engelfriet CP (1993) Blood transfusion in clinical medicine. Blackwell Scientific, London

## Wärmeelution

► [Elution erythrozytärer Antikörper](#)

## Wärmereaktive Antikörper

► [Wärmeantikörper](#)

---

## Warnflag

O. Colhoun

**Englischer Begriff** warning flag

**Definition** Bitfolge im Ergebnisübertrag vom Analysegerät zur Labor-EDV, die eine Gerätewarnung zu einem Wert oder Auftrag kennzeichnet.

**Beschreibung** Warnflags zeigen beispielsweise Verdünnung, Gerinnselbildung oder Hämolyse der Matrix an und führen in der Regel zu einer Sperrung des entsprechenden Messwerts in der ► [Labor-EDV](#).

---

## Warngrenze

G. Schumann

**Englischer Begriff** warning limit

**Definition** Höchstwert oder Mindestwert einer ► [Qualitätsregelkarte](#), bei dessen Überschreitung bzw. Unterschreitung durch den Wert der Kontrollprobenmessung ein Eingriff erfolgen muss.

## Literatur

Begriffe der Qualitätssicherheit und Statistik. Begriffe der statistischen Prozesslenkung (SPC), 1987. DIN 55 350, Teil 33, 5.4

---

## Washer

T. Arndt

**Synonym(e)** [Mikrotiterplatten-Waschgerät](#)

**Englischer Begriff** washer

**Definition** Ein Washer ist ein speziell für das Spülen (Waschen) von Mikrotiterplattenkavitäten (► [Mikrotiterplatte](#)) konstruierter Apparat.

**Beschreibung** Die Bestimmung von Antigenen oder Antikörpern mit einem heterogenen ► [Immunoassay](#) beinhaltet Waschschrte zwischen den einzelnen Pipettierschritten. Sie dienen der Entfernung von ungebundenen und/oder unspezifisch gebundenen Substanzen. Optimale Waschergebnisse sind entscheidend für eine effiziente Reduktion des aus unspezifischen Bindungen resultierenden Untergrundsignals (► [Grundrauschen](#)) und damit für die Nachweisgrenze des Analysenverfahrens. Zusammensetzung der Waschlösung, Anzahl der Waschschrte und Zeitspannen, für die die Waschlösung jeweils in den Mikrotiterkavitäten verbleibt, sind deshalb von grundlegender Bedeutung für die Validität des Immunoassays und u. U. für jede Applikation individuell zu gestalten.

Prinzipiell können die einzelnen Kavitäten mithilfe einer Pipette gespült werden. Eine schnellere, reproduzierbarere und oft auch effektivere Methode ergibt sich jedoch durch den Einsatz von Mikrotiterplatten-Washern.

---

## Wasser

- [Reinstwasser](#)
- [Wasserqualitäten im Labor](#)

---

## Wasser Typ I

- [Reinstwasser](#)

---

## Wasserhaushalt

O. Müller-Plathe

**Synonym(e)** [Flüssigkeitshaushalt](#)

**Englischer Begriff** water balance; fluid balance

**Definition** Der Begriff Wasserhaushalt umfasst die Regulation der Flüssigkeitskompartimente des Körpers im Hinblick auf Volumen und Osmolalität. Er ist eng mit dem Stoffwechsel der ► [Elektrolyte](#), besonders des ► [Natriums](#), verbunden.

**Beschreibung** Das Gesamtkörperwasser des Erwachsenen im mittleren Lebensalter beträgt etwa 60 % der Körpermasse, beim Säugling 75 %. Bei Fettleibigkeit und im Alter tendiert es gegen 50 %.



**Flüssigkeitsräume** Auf den intrazellulären Raum (IZR) entfallen 55 % des Wasserbestands (33 % der Körpermasse), auf den extrazellulären Raum (EZR) 45 % (entsprechend 27 % der Körpermasse). Das extrazelluläre Wasser verteilt sich zu 5 % der Körpermasse auf das Blutplasma, zu 12 % der Körpermasse auf den interstitiellen Raum (schnell austauschbar) und zu 10 % der Körpermasse auf Knochen, Knorpel, straffes Bindegewebe und transzelluläre Flüssigkeiten (langsam austauschbar). Für praktische Zwecke hat man es vor allem mit 3 Kompartimenten zu tun:

- Blutplasma 5 % der Körpermasse
- Interstitialraum 12 % der Körpermasse
- Intrazellularraum 33 % der Körpermasse

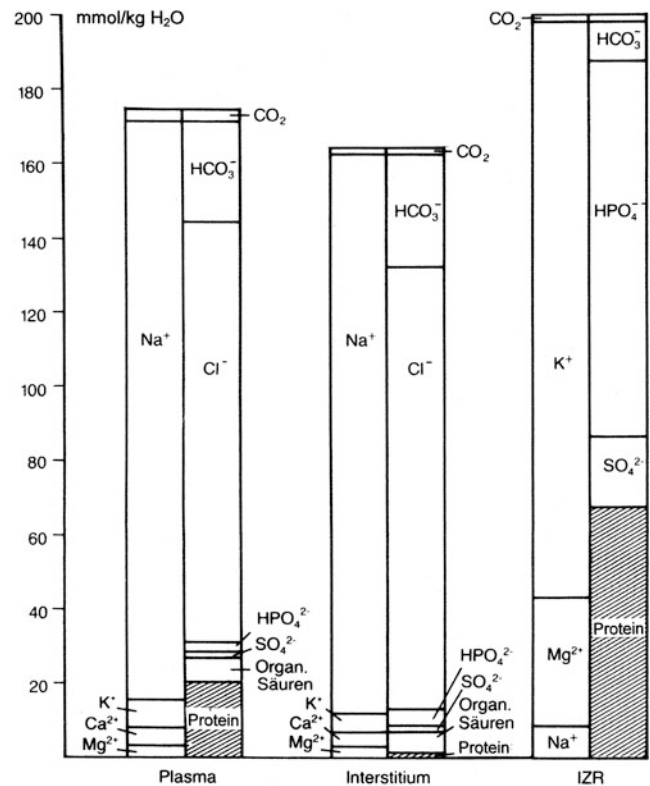
Die trennenden Membranen sind durchlässig für Wasser und kleine Moleküle bzw. Ionen und weitgehend undurchlässig für große Moleküle wie Proteine. Deshalb gibt es zwischen den Räumen keine osmotischen Gradienten (mit Ausnahme des distalen Nephrons). Alle Elektrolytverschiebungen erfolgen unter Einhaltung der Elektroneutralität, entweder als gegenseitige Bewegung gleichsinnig geladener Ionen oder als gleichsinnige Bewegung gegensinnig geladener Ionen.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Elektrolytzusammensetzung in den Flüssigkeitsräumen des menschlichen Organismus'. Die weiter unten folgende Abbildung zeigt ein Ionogramm der Flüssigkeitsräume. Dargestellt ist die Verteilung von Kationen (linke Säulenhälften) und Anionen (rechte Säulenhälften) in den Flüssigkeitsräumen des Organismus auf molaler Basis:

Komponente	Plasma	Plasmawasser	Interstitialraum	Intrazellularraum**
Natrium	142	152	145	12
Kalium	4	4,2	4	160
Calcium*	5	2,5	2,7	–
Magnesium*	1,7	1,3	1,3	26
Kationen	153	160	153	198
Chlorid	102	109	114	2
Bikarbonat	26	28	31	12
Phosphat*	2	2,2	2	130
Sulfat*	1	1,1	1	–
Organische Säuren	6	6,5	5	–
Proteinat	16	–	–	54
Anionen	153	–	153	198

\*Um die Elektroneutralität sichtbar zu machen, sind die Konzentrationen ausnahmsweise in mEq/L statt, wie vorgeschrieben, in mmol/L angegeben. Dadurch ändern sich die Angaben für zweiwertige Ionen um den Faktor 2

\*\*Angaben beziehen sich auf Skelettmuskelzellen



Für die unterschiedliche Zusammensetzung von Plasmawasser und Interstitialflüssigkeit ist vor allem das durch die Plasmaproteine als nicht diffusible Anionen hervorgerufene **Donnan-Gleichgewicht** verantwortlich. Dadurch erklären sich im Vergleich zum Plasma die höheren Konzentrationen von **Chlorid** und Bikarbonat in der interstitiellen Flüssigkeit.

Im IZR sind die hauptsächlichen Ionen  $K^+$  und  $Mg^{2+}$  sowie Proteinat und organische Phosphate. Die Zusammensetzung unterscheidet sich von Zellart zu Zellart beträchtlich. So enthalten die hoch spezialisierten Erythrozyten beispielsweise 50 mmol/L  $Cl^-$ . Die hohen Konzentrationsgradienten an der Zellmembran werden durch aktiven Transport aufrechterhalten. Eine besonders wichtige Funktion hat dabei die membranständige  $Na^+/K^+$ -ATPase. Pro Mol gespaltenem ATP werden 3  $Na^+$  aus der Zelle hinaus- und 2  $K^+$  hineintransportiert. Daneben ist ein  $Na^+/K^+$ -Antiporter wichtig, durch den  $K^+$  oder  $H^+$  im Austausch mit  $Na^+$  aus der Zelle hinausgeschleust wird und der für die Konstanz des intrazellulären pH bedeutsam ist. Etwa 20 % ihrer Energie verbraucht die Zelle für die Aufrechterhaltung des Membranpotenzials und damit ihres Ionenmilieus und ihres Volumens.

**Osmo- und Volumenregulation** Die Regulation des EZR-Volumens ist erforderlich zur Aufrechterhaltung des Blutkreislaufs und des Stoffaustausches, diejenige der **Osmolalität** zum Schutz des Zellvolumens und der Zellfunktion.



**Osmoregulation** Osmorezeptoren im Hypothalamus lösen bei Zunahme der Osmolalität ebenso wie die Barorezeptoren im Aortenbogen bei Volumenmangel eine Freisetzung von antidiuretischem Hormon (ADH; ► **Antidiuretisches Hormon**) im Hypophysenhinterlappen aus. Diese bewirkt eine erhöhte Wasserreabsorption in den distalen Nierentubuli und den Sammelrohren. Außerdem führt Hyperosmolalität über Erregung des Durstzentrums zur Flüssigkeitsaufnahme. Umgekehrt führt Hyposmolalität zur Hemmung der ADH-Sekretion und damit zu vermehrter Wasserausscheidung. Abweichungen der ► **Osmolalität** werden primär durch Anpassung des Wasserbestands reguliert. Die Bedeutung des ADH wird dadurch verdeutlicht, dass bei seinem Fehlen 15–20 L und bei maximaler Sekretion nur etwa 0,5 L Urin abgegeben werden.

**Regulation des EZR-Volumens** Barorezeptoren im juxtaglomerulären Apparat in der Nierenrinde bewirken bei Druckabfall in den Arteriolen und bei Hyponatriämie die Freisetzung des proteolytisch wirkenden Hormons ► **Renin**. Durch Renin wird das in der Leber gebildete Angiotensinogen zu Angiotensin I umgewandelt. Hieraus entsteht durch ► **Angiotensin-konvertierendes Enzym** (ACE) das wirksame Angiotensin II, das (neben einer sofortigen Blutdrucksteigerung) in der Nebennierenrinde die Abgabe von Aldosteron bewirkt. Dieses Hormon stimuliert in den distalen Nierentubuli die Reabsorption von  $\text{Na}^+$ . Die dadurch erzeugte Zunahme der Osmolalität setzt sodann die oben beschriebene ADH-Freisetzung in Gang. Abweichungen des extrazellulären Volumens werden primär durch Anpassung des Natriumbestands reguliert (Abb. 1).

**Weitere Einflüsse** Von den Myozyten des Myokards werden ► **natriuretische Peptide** (NP) gebildet, ANP in den Vorhöfen und BNP in den Ventrikeln, die bei Volumenbelastung des Herzens und erhöhter Wandspannung ausgeschüttet werden und als Antagonisten des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems anzusehen sind. Sie sind bei Herzinsuffizienz und allen Zuständen mit vermehrtem zentralvenösen Blutvolumen erhöht und führen zu verstärkter Wasser- und  $\text{NaCl}$ -Abgabe.

**Wasserumsatz** Der tägliche Umsatz beträgt normalerweise 5 % vom Bestand.

Wasseraufnahme:

- Getränke: 1000–1500 mL
- Wasser in fester Nahrung: 700 mL
- Oxidationswasser (Stoffwechsel): 300 mL

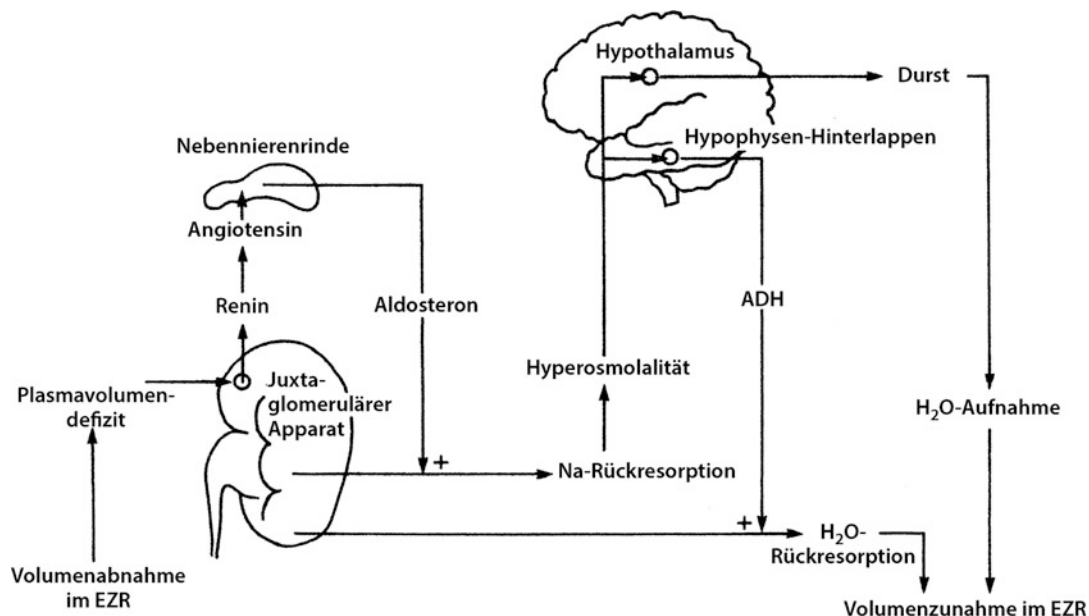
Summe: 2000–2500 mL

Wasserabgabe:

- Urin: 1000–1500 mL
- Atmung: 400 mL
- Haut: 500 mL
- Stuhl: 100 mL

Summe: 2000–2500 mL

**Störungen des Wasserhaushalts** Volumenmangel kann durch Schwitzen, Fieber, Hyperventilation, Erbrechen,



**Wasserhaushalt, Abb. 1** Regelkreis des extrazellulären Volumens. EZR, extrazellulärer Raum

**Wasserhaushalt, Wasserhaushalt, Tab. 1** Konstellationen der Wasservolumina

Konstellation im EZR	Pathogenese	Osmolalität im EZR	IZR-Volumen
Isotoner Volumenmangel	Verlust isotonischer Flüssigkeit, z. B. durch Blutung, Aszitespunktion, Diuretika	Normal	Normal
Hypotoner Volumenmangel	Überwiegend NaCl-Verlust, z. B. durch Schwitzen, Erbrechen, Durchfälle	↓	↑
Hypertoner Volumenmangel	Überwiegend H <sub>2</sub> O-Verlust, z. B. durch Diabetes insip., osmotische Diurese	↑	↓
Isotoner Volumenüberschuss	Zunahme isotonischer Flüssigkeit, z. B. bei kardialen, nephrotischen und hepatischen Ödemen	Normal	Normal
Hypotoner Volumenüberschuss	H <sub>2</sub> O-Überschuss, z. B. durch Zufuhr salzfreier Lösungen, Magenspülung mit H <sub>2</sub> O	↓	↑
Hypertoner Volumenüberschuss	NaCl-Überschuss, z. B. durch NaCl-Infusionen bei Niereninsuffizienz	↑	↓

EZR, extrazellulärer Raum; IZR, intrazellulärer Raum

Durchfälle, Sekret- und Blutverluste entstehen und führt zu Durst, Anurie und Hypotonie, im Extremfall zum Volumenmangelschock und zum Tode. Volumenüberschuss kommt bei Herzinsuffizienz, nephrotischem Syndrom, Leberversagen und überdosierter Infusionstherapie vor, zeigt sich durch prall gefüllte Venen und führt zu Weichteilödemen, Pleurarguss und Aszites, im Extremfall zum Lungenödem und ebenfalls zum Tode.

Sowohl Volumenmangel als auch -überschuss im EZR können mit unveränderter Salzkonzentration (isoton), mit Salz-mangel (hypoton) oder Salzüberschuss (hyperton) vorkommen. Hypotonie führt zur Wasserverschiebung in den IZR, Hypertonie führt zur Schrumpfung des IZR. Es resultieren 6 Konstellationen (Tab. 1).

## Literatur

Quan AH, Cogan MG (1993) Body fluid compartments and water balance. In: Seldin DW, Giebisch G (Hrsg) Clinical disturbances of water metabolism. Raven Press, New York

## Wassermann-Reaktion

► [Wassermann-Test](#)

## Wassermann-Test

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Wassermann-Reaktion](#); [WR](#); [Bordet-Gengou-Wassermann-Reaktion](#)

**Englischer Begriff** [Wassermann test](#); [Wassermann reaction](#)

**Definition** Heute obsoletes, auf der Komplementbindungsreaktion beruhendes, nicht spezifisches serodiagnostisches Nachweisverfahren einer Infektion mit *Treponema pallidum* (Syphilis, Lues).

**Beschreibung** Der deutsche Bakteriologe A.P. von Wassermann (1866–1925) entwickelte im Jahr 1906 einen auf der ► [Komplement-Bindungsreaktion \(KBR\)](#) beruhenden Test zum Nachweis von Antikörpern in Serum und Liquor cerebrospinalis (► [Liquor-Gewinnung](#)) gegen ► [Treponema pallidum](#), dem Erreger der Syphilis (Lues). Die Methode basiert auf der 1901 von den belgischen Bakteriologen Jules Bordet und Octave Gengou erarbeiteten Komplementfixationsreaktion. Der Test besitzt für den Nachweis der Syphilisinfektion eine eingeschränkte analytische und diagnostische Spezifität (► [Spezifität, diagnostische](#)) und diagnostische Sensitivität (► [Sensitivität, diagnostische](#)) mit entsprechend falsch positiven und negativen Ergebnissen. Er ist durch Immunfluoreszenzteste (► [Immunfluoreszenz, indirekte](#)), Immunblots (► [Immunodot](#)), ► [Agglutinationstest](#) und Mikroflockungsteste ersetzt (für Einzelheiten ► [Treponema pallidum](#)).

## Literatur

Wassermann A, Neisser A, Bruck C (1906) Eine serologische Reaktion bei Syphilis. Dtsch Med Wochenschr 32:745–746

## Wasserqualitäten im Labor

D. Meißner und T. Arndt

**Synonym(e)** [Normen und Richtlinien für Wasser für analytische Zwecke](#)

**Englischer Begriff** quality of water for laboratory use

**Definition** Wasserqualitäten sind in Normen und Richtlinien beschrieben, in denen in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich des Wassers Grenzwerte für die Wasserinhaltsstoffe festgelegt sind.

**Beschreibung** Es gibt keinen einheitlichen Parameter, der die Qualität von Wasser beschreibt. Die Qualitätsforderungen richten sich in erster Linie nach dem Verwendungszweck des Wassers und sind in unterschiedlichen deutschen, europäischen und nicht europäischen Normen und Richtlinien festgelegt. Neben den DIN sind zu nennen: Deutsches Arzneibuch (DAB), Homöopathisches Arzneibuch (HAB), Europäisches Arzneibuch (EAB) und in den USA American Society for Testing Materials (ASTM-Normen), United States Pharmacopeia (USP) und die Vorschriften der American Chemical Society (ACS), des College of American Pathologists (CAP) und des National Committee for Clinical Laboratory Standards (NCCLS).

Die wichtigsten Parameter zur Beschreibung der Wasserqualität sind die elektrische Leitfähigkeit (► [Leitfähigkeit, elektrische](#)), die bei 25 °C gemessen und in  $\mu\text{S}/\text{cm}$  angegeben wird, bzw. der spezifische Widerstand (in  $\text{M}\Omega\text{ cm}$ ). Wegen der Eigendissoziation des Wassers kann die Leitfähigkeit nicht Null werden, sie liegt theoretisch bei  $0,055\ \mu\text{S}/\text{cm}$ . Weitere Parameter sind TOC („total organic carbon“ in ppb), die Keimzahl (KBE/mL), die Anzahl fester Partikel sowie die Gehalte an ► [Natrium](#), ► [Chlorid](#), Silikat, Pyrogenen und ggf. Schwermetallen.

Im Klinischen Labor sind in erster Linie die Normen DIN ISO 3696 „Wasser für analytische Zwecke“ und ASTM D 1193 „Anforderungen an Wasser für Reagenzien“ sowie die Richtlinie VDI 2083 Blatt 9 „Qualität, Erzeugung und Verteilung von ► [Reinstwasser](#)“ anzuwenden. Nach der DIN ISO 3696 darf Wasser für analytische Zwecke in der Qualität 1 maximal  $0,1\ \mu\text{S}/\text{cm}$  oder  $10\ \text{M}\Omega\text{ cm}$  und 10 ppm, nach der US-Norm nur  $0,056\ \mu\text{S}/\text{cm}$  oder  $18\ \text{M}\Omega\text{ cm}$  und 3 ppm Silikat haben. Während die DIN keine weiteren Anforderungen enthält, sind in der US-Norm alle genannten Parameter spezifiziert.

## Literatur

- Bendlin H, Essmann M (2004) Reinstwasser. Maas & seither GMP-Verlag, Schopfheim
- Drechsel T (2002) Herstellung von Wasser mit höchstem Reinheitsgrad. Projektarbeit, Fachschule für Technik Dresden, BSZ für Metalltechnik

## Wasserstoffbrückenbindung

H. Fiedler

**Englischer Begriff** hydrogen bond; hydrogen binding

**Definition** Bezeichnet die Wechselwirkungen zwischen einem an einen Protonendonator (X) gebundenen Wasserstoffatom und einem einsamen Elektronenpaar eines Protonenakzeptors (Y). Dabei müssen beide Atome (X und Y) elektronegative Elemente sein. Hierbei bezeichnet Elektronegativität die Eigenschaft eines Atoms, von benachbarten Atomen innerhalb eines Moleküls Elektronen anzuziehen.

**Beschreibung** Wasserstoffbrückenbindungen resultieren aus elektrostatischen Anziehungskräften eines Wasserstoffatoms zwischen 2 elektronegativen Atomen, wie Stickstoff oder Sauerstoff. Sie entstehen, wenn 2 Moleküle oder 2 geeignet weit voneinander getrennte Abschnitte eines Makromoleküls über Wasserstoffatome (H) in Wechselwirkung treten. Dazu muss das Wasserstoffatom kovalent an ein stark elektronegatives Atom (z. B. N, O oder F) gebunden sein. Dies verleiht dem H-Atom eine positive Partialladung und befähigt es, freie Elektronenpaare von benachbarten Atomen anzuziehen. Die Spaltung der Bindung erfordert 21–42 kJ/mol und ist bei Proteinen durch die Mesomerie der Peptidbindung am höchsten (Polarisierung von  $>\text{NH}$  und  $\text{C}=\text{O}$ ).

**Donatoren** von kovalent gebundenem Wasserstoff sind:

- $>\text{NH}$  (Peptid, Imidazol)
- $-\text{OH}$  (Serin, Threonin, Tyrosin, Hydroxyprolin)
- $\text{NH}_2$  oder  $\text{N}^+\text{H}_3$  (Arginin, Lysin,  $\alpha$ -Aminogruppen)
- $-\text{CONH}$  (Karbaminverbindungen)

**Akzeptoren** von nichtkovalent gebundenem Wasserstoff sind:

- $-\text{COO}^-$  (Asparaginsäure, Glutaminsäure,  $\alpha$ -Carboxylatgruppe)
- $\geq\text{N}$  (Pyrimidin- und Purinbasen)
- $-\text{S}-\text{S}-$  (Disulfid)
- $>\text{CO}$  (Ester-, Peptidbindung)

Bereits im Jahr 1951 erkannte Linus Pauling die Bedeutung der Wasserstoffbrückenbindungen für die Faltungsmotive der Proteine (Nobelpreis 1954). 1953 wurde von James D. Watson und Francis Crick die DNA-Doppelhelix auf Wasserstoffbrückenbindungen und hydrophobe Wechselwirkungen zurückgeführt (Nobelpreis 1962).

Die schwache Bindungsenergie einer einzelnen Wasserstoffbrücke (etwa 1/10 einer Elektronenpaarbindung) verleiht den Makromolekülen eine relativ große Flexibilität ihrer Konformation. Durch die Kooperation zahlreicher Wasserstoffbrücken, die zunehmend die konkurrierenden Wassermoleküle ausschalten, werden jedoch starke Assoziationskräfte entwickelt. Eindrucksvoll zeigt sich das an der hohen Schmelztemperatur  $T_m$  der Desoxyribonukleinsäuren. Die  $T_m$ -Werte steigen linear mit dem Gehalt an G-C-Basenpaaren an, die mit ihren 3 Wasserstoffbrücken stabiler sind als die A-T-Paare mit 2 Brücken.

Die räumliche Anordnung infolge verschiedener Arten von Wechselwirkungen – wie Wasserstoffbrückenbindungen und hydrophobe Wechselwirkungen (► [Wechselwirkung, hydrophobe](#)) – bewirkt die erforderliche Spezifität von Interaktionen: Antigen-Antikörper, Hormon-Rezeptor und Substrat-Enzym.

Wasserstoffbrückenbindungen gewährleisten die kompletteren Basenpaarungen innerhalb der Doppelhelix der DNA, von DNA-RNA und nichtkodierender RNA und stabilisieren die Sekundär- ( $\alpha$ -Helix oder Faltblatt) und Tertiärstrukturen von Proteinen (► [Proteinstruktur](#)). Die gute Wasserlöslichkeit der einfachen Saccharide ist auf zahlreiche Wasserstoffbrücken zurückzuführen.

Wasser bildet ein Netzwerk von mehrdimensionalen Wasserstoffbrücken, da Sauerstoff 2 einsame Elektronenpaare besitzt. Daraus resultieren wichtige physiologische Eigenschaften: hoher Siede- und Schmelzpunkt sowie Oberflächenspannung und Wärmeleitfähigkeit (wichtig für einheitliche Körpertemperatur und Wärmeregulation). Die hohe Dielektrizitätskonstante schwächt die Anziehung von Ionen, die gleichzeitig von Wasser umhüllt und in ihren kinetischen Eigenschaften verändert werden.

## Literatur

- Falbe J, Regitz M (1992) Römpp Chemie Lexikon. Georg Thieme Verlag, Stuttgart/New York  
 Pauling L, Corey RB, Branson HR (1951) The structure of proteins: two hydrogen-bonded helical configurations of the polypeptide chain. Proc Natl Acad Sci USA 37:205–211

## Wasserstoffexhalations-Test nach Laktose

- [Laktose-H<sub>2</sub>-Atemtest](#)

## Wasserstoffionenaktivität

- [pH-Wert im Blut](#)

## Wasserstofflampe

T. Arndt

**Synonym(e)** H<sub>2</sub>-Lampe

**Englischer Begriff** hydrogen lamp

**Definition** Gasentladungslampe und Kontinuumstrahler (180–375 nm), dessen Lichterzeugung auf der Rekombination von in der Gasphase elektrothermisch erzeugten H-Atomen zu H<sub>2</sub>-Molekülen beruht.

**Beschreibung** In Spektrometern setzt man sog. Niedervolt-Wasserstofflampen ein, die ein zeitlich und geometrisch sehr konstantes Licht erzeugen. Allerdings hat die Wasserstofflampe im Vergleich zur ► [Xenonlampe](#) und zur ► [Deuteriumlampe](#) eine schlechtere Lichtausbeute, weshalb diese heute bevorzugt eingesetzt werden.

## Literatur

- Kortüm G (1962) Kolorimetrie, Photometrie und Spektrometrie. Eine Anleitung zur Ausführung von Absorptions-, Emissions-, Fluoreszenz-, Streuungs-, Trübungs- und Reflexionsmessungen. Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg

## Watson-Formel

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Blutalkoholkonzentrationsberechnung nach P.E. Watson](#)

**Englischer Begriff** Watson's formula

**Definition** Formel zur Berechnung der maximalen Blutalkoholkonzentration.

**Beschreibung** Im Jahr 1981 von P. E. Watson et al. aufgestellte Formel zur Berechnung der maximalen Blutethanolkonzentration:

$$C = \frac{0,8 \times A}{GKW}$$

C = Blutalkoholkonzentration in ‰; A = aufgenommene Alkoholmenge in Gramm (g); GKW = Ganzkörperwasseranteil, der für die Alkoholverteilung zur Verfügung steht. GKW wurde von Watson empirisch ermittelt:

- Frauen:  $GKW = -2,097 + 0,1069 \times \text{Körpergröße} + 0,2466 \times \text{Körpermasse}$
- Männer:  $GKW = 2,447 - 0,09516 \times \text{Alter} + 0,1074 \times \text{Körpergröße} + 0,3362 \times \text{Körpermasse}$

Durch Kombination mit der ► **Widmark-Formel** lässt sich ein individualisierter Reduktionsfaktor berechnen, der realistischere Abschätzungen der Blutalkoholkonzentration erlaubt (s. a. ► **Ethanol**).

Zu sog. Alkoholrückrechnungen, d. h. der rechnerischen Abschätzung der Ethanolblutkonzentration zum Tat- oder Unfallzeitpunkt unter Anwendung der Widmark-Formel oder von ihr abgeleiteter Varianten mit verschiedenen (individualisierten) Reduktionsfaktoren siehe z. B. Gilg (2012) und die jeweils aktuelle Rechtsprechung.

## Literatur

- Gilg T (2012) Alkohol. In: Madea B, Mußhoff F, Berghaus G (Hrsg) Verkehrsmedizin – Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion, 2. Aufl. Deutsche Ärzte-Verlag, Köln, S 453–485
- Watson PE, Watson ID, Batt RD (1981) Prediction of blood alcohol concentrations in human subjects. Updating the Widmark Equation. J Stud Alcohol 42:547–556

## Watson-Schwartz-Test

- **Ehrlich-Probe**
- **Schwartz-Watson-Test**

## Web-Portal

O. Colhoun

**Englischer Begriff** web portal

**Definition** Anwendungssystem, das für den Benutzer Anwendungen, Prozesse und Dienste integriert.

**Beschreibung** Ein Web-Portal stellt seinem Benutzer verschiedene Funktionen wie beispielsweise Personalisierung, Nachrichten, Suche, Navigation, Diskussion, Benutzerverwaltung integriert zur Verfügung. Web-Portale kamen zunächst durch Internetdiensteanbieter und Suchmaschinenbetreiber als Einstiegsseiten für die Benutzer des World Wide Webs auf (z. B. AOL, Lycos). Heute besteht eine Vielzahl webbasierter, personalisierbarer und integrierter Zugangssysteme zu internen und externen Applikationen, die der Unterstützung von Kunden-, Lieferanten- und Mitarbeiterprozessen dienen und welche die grafische bzw. audiovisuelle Integration umsetzen. Dadurch verschaffen sie internen und externen Benutzern einen rollenbasierten, prozessorientierten Zugang zu einem umfassenden Set an aufeinander abgestimmten Mehrwertdiensten. Sie ermöglichen dies durch die Bereitstellung übergreifender Dienste wie Sicherheit, Personalisierung etc.

## Literatur

- Puschmann T. Prozessportale. Architektur zur Vernetzung mit Kunden und Lieferanten. Springer. ISBN 978-3-642-17127-7

## Wechselwirkung

R.-D. Hilgers, N. Heussen und S. Stanzel

**Englischer Begriff** interaction

**Definition** Eine Wechselwirkung liegt vor, wenn 2 oder mehrere unabhängige ► **Einflussgrößen** einen gemeinsamen Einfluss auf die ► **Messgröße** ausüben und der Einfluss nicht einfach durch die Summe der individuellen Einflüsse erklärt werden kann.

## Literatur

- Day S (1999) Dictionary for clinical trials. Wiley, New York
- Fisher LD, van Belle G (1993) Biostatistics – A Methodology for the Health Sciences. Wiley, New York

## Wechselwirkung, hydrophobe

H. Fiedler

**Englischer Begriff** hydrophobic interaction; hydrophobic effects

**Definition** Hydrophobe Wechselwirkungen zwischen apolaren Seitengruppen stabilisieren die Struktur der Proteine und Nucleinsäuren durch Ausschluss von Wassermolekülen. Hydrophobe Effekte sind auch an der Bildung von Zellmembranen und Vesikeln und an Wechselwirkungen von Proteinen mit kleinen Molekülen beteiligt.

**Beschreibung** Eine ungefaltete Polypeptidkette versucht, eine Konformation einzunehmen, bei der ihre hydrophoben Aminosäuren (Ala, Val, Leu, Ile, Phe, Met) im Inneren des Moleküls vor Wasser geschützt sind, während die umgebenden Wassermoleküle ihr Netzwerk beibehalten und mit den polaren Seitenketten der Aminosäuren interagieren (hohe Entropie). Lagern sich apolare Gruppen aneinander, so wird ihre Kontaktfläche mit Wasser verringert und die freie Energie herabgesetzt. Es handelt sich um relativ schwache Bindungskräfte, die aber in ihrer Vielzahl wesentlich zur Stabilität der Protein- und DNA-Struktur beitragen.

Chaotrope Substanzen, wie Ethanol, stören das Wasserstoffbrückennetzwerk des Wassers und vermindern hydrophobe Effekte, Wasserstoffbrückenbindungen, Van-der-Waals-Kräfte und die Hydratationshülle. Dadurch werden die nativen Strukturen von Proteinen, DNA und Zellmembranen destabilisiert oder sogar denaturiert. Chaotrope Salze, die in Lösung dissoziieren, verhindern oder schwächen besonders die Ionenbindungen,

## Wechselwirkung, von Spurenelementen

► [Interaktion](#)

## Wechselwirkungseffekt

R.-D. Hilgers, N. Heussen und S. Stanzel

**Englischer Begriff** interaction effect

**Definition** Ein Wechselwirkungseffekt liegt vor, wenn sich Faktoren in ihrer Wirkung gegenseitig beeinflussen.

**Beschreibung** Man betrachte einen Versuch, bei dem aus 2 verschiedenen Laboratorien (I, II) Messergebnisse (► [Messergebnis](#)) zu einem Laborparameter vorliegen, die mit jeweils 2 unterschiedlichen Messmethoden (► [Messmethode](#)) (A, B)

ermittelt wurden. Dann kann der Unterschied zwischen den mittleren Messwerten (► [Messwert](#)) unter der Methode A zu den mittleren Messwerten unter der Methode B abhängig vom Labor sein, d. h. die Wirkung des Faktors „Messmethode“ ist in diesem Fall abhängig von dem Faktor „Labor“. Ein solcher Effekt wird als ► [Wechselwirkung](#) bzw. als Wechselwirkungseffekt bezeichnet.

Wechselwirkungen können auch zwischen mehr als 2 Faktoren auftreten.

## Literatur

Day S (1999) Dictionary for clinical trials. Wiley, New York  
Fisher LD, van Belle G (1993) Biostatistics – A methodology for the Health Sciences. Wiley, New York

## Wechselwirkungseffekt, qualitativer

R.-D. Hilgers, N. Heussen und S. Stanzel

**Synonym(e)** [Qualitative Wechselwirkung](#)

**Englischer Begriff** qualitative interaction; qualitative interaction effect

**Definition** Ein Wechselwirkungseffekt heißt qualitativ, wenn die Richtung des Behandlungseffekts zwischen den Gruppen variiert.

**Beschreibung** Man betrachte einen Versuch, bei dem aus 2 verschiedenen Laboratorien (I, II) Messergebnisse (► [Messergebnis](#)) zu einem Laborparameter vorliegen, die mit jeweils 2 unterschiedlichen Messmethoden (► [Messmethode](#)) (A, B) ermittelt wurden. Eine qualitative Wechselwirkung bzw. ein qualitativer Wechselwirkungseffekt liegt genau dann vor, wenn die Differenz der mittleren Messwerte (► [Messwert](#)) unter der Methode A gegenüber Methode B sich für Labor I nicht nur im Ausmaß, sondern auch in der Richtung (Vorzeichen) zur entsprechenden Differenz für Labor II unterscheidet.

## Literatur

Day S (1999) Dictionary for Clinical Trials. Wiley, New York  
Fisher LD, van Belle G (1993) Biostatistics – a methodology for the health sciences. Wiley, New York

---

## Wechselwirkungseffekt, quantitativer

R.-D. Hilgers, N. Heussen und S. Stanzel

**Synonym(e)** [Quantitative Wechselwirkung](#)

**Englischer Begriff** quantitative interaction; quantitative interaction effect

**Definition** Man spricht von einem quantitativen Wechselwirkungseffekt, wenn die Größenordnung, aber nicht die Richtung des Behandlungseffekts zwischen den Gruppen variiert.

**Beschreibung** Man betrachte einen Versuch, bei dem aus 2 verschiedenen Laboratorien (I, II) Messergebnisse (s. [Messergebnis](#)) zu einem Laborparameter vorliegen, die mit jeweils 2 unterschiedlichen Messmethoden (s. [Messmethode](#)) (A, B) ermittelt wurden. Eine quantitative Wechselwirkung bzw. ein quantitativer Wechselwirkungseffekt liegt genau dann vor, wenn die Differenz der mittleren Messwerte unter der Methode A gegenüber der Methode B sich für Labor I lediglich im Ausmaß, jedoch nicht in der Richtung (Vorzeichen) von der entsprechenden Differenz für Labor II unterscheidet.

Oft ist das Ausmaß des Unterschieds zwischen den Differenzen, also die quantitative Wechselwirkung, abhängig vom Maßstab der Messung.

### Literatur

Day S (1999) Dictionary for clinical trials. Wiley, New York  
Fisher LD, van Belle G (1993) Biostatistics – a methodology for the health sciences. Wiley, New York

---

## Weckamine

▶ [Amphetamine](#)

---

## Weddellit

W. G. Guder

**Englischer Begriff** weddellit; oxalate crystals

**Definition** Weddellit stellt die Kristallform von Calciumoxalatdihydrat dar.

**Beschreibung** Die Calciumoxalatdihydratform stellt eine physiologische Kristallform der im Urin ausgeschiedenen Oxalate (▶ [Oxalsäure](#); ▶ [Oxalatkristalle](#)) dar. Diese bipyramidalen farblosen Kristalle haben keine diagnostische Bedeutung bei pH <6,7 (▶ [Oxalatsteine](#)).

### Literatur

Atlas des Harnsediments (2004) Übersetzt und bearbeitet von Guder WG. CD-Rom. Chronolab AG, Zug  
Fogazzi GB, Ponticelli C, Ritz E (1999) The urinary sediment, an integrated view, 2. Aufl. Oxford University Press, Oxford  
Hesse A, Jahn A, Klocke K, Nolde A, Scharrel O (1994) Nachsorge bei Harnsteinpatienten. Jena Suttgart: Gustav Fischer

---

## Weibliche Sexualhormone

▶ [Estrogene](#)

---

## Weißer Blutkörperchen im Urin

▶ [Leukozyten im Urin](#)

---

## Weißer Blutzelle

▶ [Leukozyt](#)

---

## Wellenlängenfilter

▶ [Filter](#)

---

## 96-Well-Platte

▶ [Mikrotiterplatte](#)

---

## Weltmann-Koagulationsband

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Weltmann-Test](#)

**Englischer Begriff** Weltmann's coagulation band; Weltmann's coagulation reaction



**Definition** Heute obsoleter, zu den Labilitätsreaktionen der Serumproteine gehörendes Nachweisverfahren von Dysproteinämien bei chronischen Entzündungen und Lebererkrankungen.

**Beschreibung** Der vom Wiener Arzt Oskar Weltmann (1885–1934) im Jahre 1930 entwickelte, zu den Labilitätsreaktionen des Serums (► [Serumprotein-Labilitätsreaktionen](#)) gehörende Test prüft durch Hitzekoagulation des mit  $\text{CaCl}_2$  verdünnten Serums die Salzstabilität einzelner Serumproteinfraktionen. Dazu wird eine Serumverdünnungsreihe mit verschiedenen  $\text{CaCl}_2$ -Endkonzentrationen aufgestellt und einer Hitzedenaturierung unterzogen. Die Hitzekoagulation wird dabei in 2 Richtungen bestimmt. Bei Zunahme der  $\alpha$ - und  $\beta$ 1-Globuline liegt eine sogenannte *Linksverschiebung* mit verkürztem Weltmann-Band (erhöhte Calciumchloridgrenzkonzentration), bei Erhöhung der  $\gamma$ -Globuline besteht eine *Rechtsverschiebung* mit verlängertem Weltmann-Band (erniedrigte Calciumchloridgrenzkonzentration) vor. Die sehr unspezifische Methode wurde früher zur Differenzierung akut entzündlicher (verkürztes Band) und chronisch entzündlicher sowie Leberparenchymerkrankungen (verlängertes Band) eingesetzt. Heute obsolet.

## Literatur

- Berlin R (1945) Weltmanns Serumkoagulationsreaktion – eine einfache Probe von bedeutendem klinischem Wert. Acta Medica Scandinavica 122:360–380
- Hallmann L (1980) Klinische Chemie und Mikroskopie, 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart/New York

## Weltmann-Test

- [Weltmann-Koagulationsband](#)

## Wertehistorie

O. Colhoun

**Synonym(e)** [Longitudinalverlauf](#)

**Englischer Begriff** value history

**Definition** Funktion der Labor-EDV zur Darstellung von Vorwerten eines Patienten auch über den üblichen Vorwertzeitraum hinaus für relevante Messgrößen.

**Beschreibung** Vorwerte eines Patienten sind je nach Festplattenkapazität und Einstellung der ► [Labor-EDV](#) für einige Wochen bis Monate einsehbar und auf dem Befund darstellbar. Für bestimmte Messgrößen, die im Verlauf längerfristiger Behandlungen relevant sind (z. B. Tumormarker, immunhämatologische Befunde), kann daher die Funktion einer permanent verfügbaren kompletten Wertehistorie in der Labor-EDV sinnvoll sein. Die entsprechenden Parameter sind in den Stammdaten zu hinterlegen.

## Westergren-Indices

- [Erythrozyten-Indices](#)

## Westergren-Methode

- [Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit nach Westergren](#)

## Western blot

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Immunoblot](#)

**Englischer Begriff** western blotting

**Definition** Der Western blot ist eine Methode zur elektrophoretischen Auftrennung komplexer Proteingemische mit nachfolgender Übertragung der Proteinbanden auf eine Trägerfolie und deren immunologische Detektion und Identifizierung.

**Physikalisch – chemisches Prinzip** In einem *ersten* Schritt wird das zu analysierende Proteingemisch mit einer geeigneten Elektrophoresetechnik (► [Elektrophorese](#)) wie SDS-Polyacrylamidgel-Elektrophorese (PAGE; ► [SDS-Elektrophorese](#)), native ► [Polyacrylamid-Gel-Elektrophorese](#) (PAGE), ► [isoelektrische Fokussierung](#) oder zweidimensionale Gelelektrophorese (► [Elektrophorese, zweidimensionale](#)) aufgetrennt. Anschließend erfolgt in einem als Blotting bezeichneten *zweiten* Schritt, senkrecht zur ersten Laufrichtung, die elektrophoretische Übertragung der getrennten Proteinbanden auf eine Trägerfolie, bei der auch SDS (sodium dodecylsulfat) abgewaschen wird und die Proteine teilweise renaturiert wer-

den. In einem *dritten* Arbeitsschritt werden die geblotteten Proteine auf der Trägerfolie mit spezifischen Antikörpern detektiert, die durch einen sekundären Antikörper sichtbar gemacht werden. Das gelingt durch den Einsatz markierter sekundärer Antikörper, die mit Enzymen, (Fluoreszenz-)Farbstoffen oder Radioaktivität (mit nachfolgender Autoradiographie) konjugiert sind. Mit einem als Stripping bezeichneten Verfahren ist es möglich, die Antikörper von den Proteinen wieder zu entfernen und für weitere Analysen einzusetzen.

**Einsatzgebiet** Die weitgehend standardisierte, empfindliche Methode ist zur Analyse komplexer Proteingemische gut geeignet und erlaubt gegebenenfalls zusätzliche funktionelle Untersuchungen einzelner Polypeptide/Proteine.

**Untersuchungsmaterial** Proteingemische jeglicher Art.

**Instrumentierung** Entsprechende Vorrichtungen und Apparaturen zur Elektrophorese, zum Blotten und zur Auswertung.

**Spezifität** Durch den Einsatz spezifischer mono- oder polyklonaler Primäntikörper und Vermeidung unspezifischer Antikörperbindungen durch Waschungen mit Detergenzien oder Blockierung unspezifischer Bindungsstellen ist eine hohe Spezifität gegeben.

**Sensitivität** Die Methode zeichnet sich durch eine hohe analytische Sensitivität aus, die auch von der Nachweismethode (► [Lumineszenz](#), Farbreaktion, ► [Autoradiographie](#)) und vom Molekulargewicht des zu detektierenden Polypeptids/Proteins abhängig ist.

**Fehlermöglichkeiten** Sind grundsätzlich in allen 3 Teilschritten gegeben und reichen vom Blotten über die Detektion bis zur Verwendung nicht geeigneter Primäntikörper.

**Praktikabilität – Automatisierung – Kosten** Weitgehend standardisierte, ausgereifte und praktikable, aber nicht automatisierte, personal- und kostenaufwendige Methode.

**Bewertung – Methodenhierarchie** Es handelt sich um eine in Forschung und erweiterter, differenzierter Labordiagnostik eingesetzte Methode hoher analytischer Spezifität und analytischer Sensitivität.

**Querverweise** ► [Immunblot](#)

## Literatur

Towbin H, Staehelin T, Gordon J (1979) Electrophoretic transfer of proteins from polyacrylamide gels to nitrocellulose sheets: procedure and some applications. Proc Nat Acad Sci USA 76:4350–4354

## West-Nil-Fiebertviren

W. Stöcker

**Englischer Begriff** West Nile virus

**Beschreibung des Erregers** Familie: *Flaviviridae*, Gattung: *Flavivirus*; Art: West-Nil-Virus (WNV). Plusstrang-RNA-Genom, behüllt, 50 nm Durchmesser. Wird zu den „emerging viruses“ gezählt.

**Erkrankung** West-Nil-Fieber.

Verbreitung: Afrika, Naher und Mittlerer Osten, Zentralasien, Europa, Nord- und Südamerika, Subtyp Kunjin-Virus in Australien und Ozeanien.

Vektoren: Stechmücken (*Culex*-, *Aedes*- und *Mansonia*-Arten).

Wirte: Vögel, Säugetiere (vor allem Pferde), Mensch (Risikogruppen: Kinder, ältere und immunsupprimierte Personen).

Übertragung auch durch Bluttransfusion oder Organtransplantation sowie transplazentar oder durch Muttermilch möglich.

Klinik: Die Infektion kann ohne Symptome verlaufen (70–80 % der Fälle). Bei symptomatischen Infektionen plötzlich auftretendes hohes Fieber und grippeähnliche Symptomatik, Exanthem, bei etwa 1 % der Fälle, vor allem bei älteren Menschen, Enzephalitis oder Meningoenzephalitis mit neurologischen Symptomen wie generalisierten Paresen, häufig mit Spätfolgen, Letalität bei Enzephalitis etwa 10 %; selten: Myokarditis, Hepatitis, Pankreatitis, Hämorrhagie.

Therapie und Prophylaxe: Es gibt noch keine spezifischen Therapeutika, nur eine symptomatische Behandlung ist möglich. Ein Impfstoff für Menschen ist noch in Entwicklung (Pferde können bereits gegen West-Nil-Viren geimpft werden). Prävention: Schutz vor Mückenstichen, Bekämpfung der Vektoren.

**Analytik** Das Arbeiten mit dem Erreger erfordert ein Laboratorium der Sicherheitsklasse 3. **Direktnachweis:** RT-PCR (► [PCR \(Polymerase-Kettenreaktion\)](#)) oder immunochromatographischer Antigenschnelltest, Virusanzucht in Zellkultur.

**Serologie:** Nachweis der spezifischen Antikörper (IgG, IgM) in Serum oder Liquor durch indirekte Immunfluoreszenz (IIFT, ► [Immunfluoreszenz, indirekte](#)), ► [Enzyme-linked Immunosorbent Assay \(ELISA\)](#), ► [Neutralisationstest](#) und Hämagglutinationshemmtest.

**Untersuchungsmaterial – Probenstabilität Direktnachweis und Kultur:** Untersucht werden Blutbestandteile, Liquor oder Biopsien. Das Material sollte bis zur Weiterver-

arbeitung bei +4 bis +8 °C aufbewahrt werden. Direkt-nachweise sind innerhalb von 24 Stunden durchzuführen, Kulturen innerhalb von 6 Stunden anzulegen. Bei längerer Transportzeit ist das Material einzufrieren.

**Serologie:** Serum oder Plasma für den Nachweis der Antikörper sind bei +4 °C bis zu 2 Wochen lang beständig (Liquor eine Woche), bei –20 °C über Monate und Jahre hinweg. Zur Tiefkühlkonservierung des IgM kann man den Proben 80 % gepuffertes Glycerin beifügen.

**Diagnostische Wertigkeit** Zur vollständigen Diagnostik gehört der Nachweis sowohl von Virusbestandteilen als auch spezifischer Antikörper – in bestimmten Krankheitsphasen lässt sich nur mit einem der beiden diagnostischen Prinzipien das Vorliegen einer spezifischen Infektion beweisen. Die Vermehrung in der Zellkultur und die sich anschließende positive spezifische Immunreaktion ebenso wie eine positive PCR beweisen die Anwesenheit der Viren. Im negativen Fall kann die Infektion aber nicht ausgeschlossen werden, insbesondere, da der Organismus bereits innerhalb weniger Tage nach Infektion spezifische Antikörper bildet, die das Virus neutralisieren.

Der Direktnachweis ist nur während der akuten Krankheitsphase möglich und oft negativ, da kurze Virämie und geringe Virustiter.

Antikörper der IgM-Klasse sind ab dem 2. Tag nach Beginn der Erkrankung im Serum nachweisbar. Fällt der IgM-Test negativ aus, obwohl die Symptome auf West-Nil-Fieber hindeuten, sollte nach 2 Wochen eine 2. Serumprobe erneut auf spezifische IgG-Antikörper getestet werden, wobei eine Kombination von ELISA und IIFT eine nahezu 100 %ige Sicherheit gewährleistet. Anti-WNV-IgM-Antikörper persistieren 2–3 Monate, oft aber auch mehr als ein Jahr.

Antikörper der Klasse IgG folgen dem IgM in einem Abstand von etwa 2 Tagen. Ein Anstieg der jeweiligen Antikörperklasse um den Faktor 10 gilt als beweisend für eine Infektion. Eine zusätzliche Unterscheidung frischer von länger zurückliegenden Infektionen gewährleistet die Darstellung niedrig aviden Antikörper der Klasse IgG: Findet man in der Probe hoch avide Antikörper, bedeutet das eine abgelaufene oder reaktivierte Infektion. Die IgG-Avidität kann sowohl durch ELISA als auch durch indirekte Immunfluoreszenz bestimmt werden.

Zu beachten sind Kreuzreaktionen mit anderen Flaviviren (▶ [FSME-Viren](#), ▶ [Dengue-Viren](#), ▶ [Zika-Viren](#), ▶ [Japanische-Enzephalitis-Viren](#), ▶ [St. Louis Enzephalitis-Viren \(SLEV\)](#), ▶ [Gelbfieber-Viren](#) etc.). Daher wird bei einem positiven Befund empfohlen, Proben zu titrieren und diese mit den anderen relevanten Flavivirus-Substraten parallel auf Kreuzreaktionen zu untersuchen. Durch einen Vergleich der Titerhöhen kann der Erstbefund durch einen zweiten Nachweis bestätigt bzw. widerlegt und so eine andere Flavivirus-Infektion als Krankheitsursache identifiziert werden.

Zum Screening von Bluttransfusionen auf virale RNA oder auf spezifische Antikörper werden PCR-Tests oder serologische Methoden verwendet.

Differenzialdiagnosen: Dengue-Fieber, Zika-Infektion und andere Arbovirus-Erkrankungen, Malaria, bei Enzephalitis andere virale und bakterielle Meningoenzephalitis-Erreger.

Durch die Verordnung zur Anpassung der Meldepflichten nach dem Infektionsschutzgesetz (IfSG) an die epidemische Lage (IfSG-Meldepflicht-Anpassungsverordnung), die am 01.05.2016 in Kraft getreten ist, wurde die Meldepflicht für Labore nach § 7 Abs. 1 Satz 1 IfSG auf den direkten oder indirekten Nachweis von ▶ [Chikungunya-Viren](#), ▶ [Dengue-Viren](#), West-Nil-Fiebertagen, ▶ [Zika-Viren](#) und sonstige Arboviren ausgedehnt, soweit der Nachweis eine akute Infektion anzeigt. Darüber hinaus können allgemeine nicht erreger- oder krankheitsspezifische Meldepflichten bestehen.

## Literatur

- Dauphin G, Zientara S (2007) West Nile virus: recent trends in diagnosis and vaccine development. *Vaccine* 25(30):5563–5576
- Diamond MS (2009) Progress on the development of therapeutics against West Nile virus. *Antivir Res* 83:214–227
- Levett PN, Sonnenberg K, Sidaway F, Shead S, Niedrig M, Steinhagen K, Horsman GB, Drebot MA (2005) Use of immunoglobulin G avidity assays for differentiation of primary from previous infections with West Nile virus. *J Clin Microbiol* 43(12):5873–5875
- Roehrig J, Nash D, Maldin B, Labowitz A, Martin DA, Lanciotti RS, Campbell GL (2003) Persistence of virus-reactive serum immunoglobulin m antibody in confirmed West Nile virus encephalitis cases. *Emerg Infect Dis* 9(3):376–379
- Zhang W, Wu J, Li Y, Li F, Njoo H (2009) Rapid and accurate in vitro assays for detection of West Nile virus in blood and tissues. *Transfus Med Rev* 23(2):146–154

---

## WGA

- ▶ [Whole-Genome-Amplification \(WGA\)](#)

---

## WGS

- ▶ [Whole-Genome Sequenzierung \(WGS\)](#)

---

## Whewellit

W. G. Guder

**Synonym(e)** [Calciumoxalatmonohydrat](#)

**Englischer Begriff** monohydrated calciumoxalate; whewellit

**Definition** Ovoide Kristalle, oft in Trommelschlegelform aus Calciumoxalatmonohydrat.

**Beschreibung** Die Calciumoxalatmonohydratform stellt eine physiologische Kristallform der im Urin ausgeschiedenen Oxalate (► [Oxalsäure](#)) dar. Diese ovoide, oft trommelschlegelförmigen farblosen Kristalle können allein und gemeinsam mit Weddellit auftreten und haben meist keine diagnostische Bedeutung bei pH <6,7 (► [Oxalatsteine](#)).

## Literatur

- Fogazzi GB, Ponticelli C, Ritz E (1999) The urinary sediment, an integrated view, 2. Aufl. Oxford University Press, Oxford  
 Hesse A, Jahnen A, Klocke K, Nolde A, Scharrel O (1994) Nachsorge bei Harnsteinpatienten. Gustav-Fischer-Verlag, Jena/Stuttgart  
 o. A. (2004) Atlas des Harnsediments, Übersetzt und bearbeitet von Guder WG. CD-Rom. Chronolab AG, Zug

## WHO-Klassifikation

H. Baum

**Englischer Begriff** WHO classification

**Definition** Einteilung und Klassifizierung der neoplastischen Erkrankungen der hämatopoetischen und lymphatischen Gewebe durch die WHO (World Health Organization).

**Beschreibung** Die WHO-Klassifikation der Tumoren der hämatopoetischen und lymphatischen Gewebe ersetzt die bisher üblichen Einteilungen (Working Formulation, ► [Kiel-Klassifikation](#), ► [FAB-Klassifikation](#), ► [REAL-Klassifikation](#) etc.) durch eine einheitliche Nomenklatur. Dabei werden die Neoplasien primär nach ihren Ursprungsgeweben eingeteilt: myeloisch, lymphozytär, histiozytär/dentritisch und Mastzellen. Innerhalb jeder Kategorie werden die Erkrankungen anhand der Kombination morphologischer, immunologischer, genetischer und klinischer Kriterien weiter differenziert. Insgesamt lehnt sich die Einteilung an die Prinzipien an, die in der REAL-Klassifikation der Lymphome erstmals angewandt wurden.

## Literatur

- Swerdlow SH, Campo E, Harris NL, Jaffe ES, Pileri SA, Stein H, Thiele J, Vardiman JW (2008) WHO classification of tumors of haematopoietic and lymphoid tissues, 4. Aufl. IARC, Lyon

## Whole Exom Sequenzierung

► [Whole-Genome Sequenzierung \(WGS\)](#)

## Whole-Genome-Amplification (WGA)

J. Arnemann

**Synonym(e)** WGA

**Englischer Begriff** whole-genome amplification; WGA

**Definition** Whole-Genome-Amplification (WGA) ermöglicht eine massive Vervielfältigung kleinster Mengen DNA aus wenigen Zellen bis hin zu Einzelzellen zum Zweck der Genotypisierung und Sequenzierung.

**Beschreibung** Die Methode der Whole-Genome-Amplifikation beruht auf der Amplifikation geringster DNA-Mengen mittels „random primer“ (Zufallsprimer), die über das Genom nach dem Zufallsprinzip verteilt binden und diese Abschnitte amplifizieren.

Über die vergangenen Jahre wurden mehrere Modifikationen dieses Prinzips entwickelt, wie z. B. „primer extension preamplification“ (PEP), bei der 15 bp-lange Zufallsprimer aus tausenden Kombinationsmöglichkeiten zunächst bei niedriger Temperatur (37 °C) an die DNA binden („annealing“), die aber über die verschiedenen Amplifikationszyklen bis hin zu 55 °C erhöht wird. Nach Literaturangaben soll mit dieser Methode 96 % des Genoms mindestens 1000-fach amplifiziert werden.

Eine Alternative ist „degenerate oligonucleotide primed-polymerase chain reaction“ (DOP-PCR), bei der die eingesetzten Primer nur leicht degeneriert sind und nicht die hohe Zufallsverteilung zeigen. Auch hier werden zunächst Zyklen mit niedriger Annealing-Temperatur durchgeführt, um eine zunächst möglichst breite, unspezifische Amplifikation zu erzielen. Durch Erhöhung der Annealing-Temperatur wird im nächsten Schritt die Spezifität der Amplifikation erhöht. Als Ausgangsmaterial werden 15 pg beschrieben, die amplifizierte Menge sollte aber der PEP-Methode entsprechen. Beide Methoden, PEP und DOP-PCR, haben den großen Nachteil, dass relativ kurze Amplifikationsprodukte generiert werden, deren Einsatzmöglichkeiten eingeschränkt sind.

Eine aktuellere Alternative ist „multiple displacement amplification“ (MDA). Hierbei gibt es entscheidende Veränderungen. Zum einen wird statt Taq-DNA-Polymerase die phi29-DNA-Polymerase eingesetzt, zum anderen sind die Zufallsprimer modifiziert mit Phosphorothioat. Die Modifi-

kation schützt die Primer vor einer Degradation durch die 3'-5'-Proofreadingaktivität und erlaubt so eine Amplifikation von 100 Zyklen. Aufgrund der Proofreadingaktivität wird auch die Fehlerrate signifikant reduziert auf 3/1.000.000 Nukleotide pro Minute, während die Taq-DNA-Polymerase in den anderen Ansätzen eine publizierte Fehlerrate von 1/1000 Nukleotide pro Minute zeigt. Mittels dieser Technik kann ein komplettes Genom amplifiziert werden, eventuell sogar im Milligrammmaßstab.

Whole-Genome-Amplifikation (WGA) wird bevorzugt in den Bereichen Onkologie und Reproduktionsmedizin eingesetzt. Hier wird insbesondere im Bereich der ► [Prä-implantationsdiagnostik \(PID\)](#) molekulare Diagnostik an Einzelzellen durchgeführt.

## Literatur

Hosono S et al (2004) Unbiased whole-genome amplification directly from clinical samples. *Genome Res* 13:954–964

## Whole-Genome Sequenzierung (WGS)

J. Arnemann

**Synonym(e)** [WGS](#)

**Englischer Begriff** whole genome sequencing; WGS

**Definition** Whole-Genome Sequenzierung (WGS), d. h. die Sequenzierung des kompletten humanen Genoms in einem Lauf mittels ► [Next-Generation-Sequencing \(NGS\)](#) und auch zu günstigen Preisen, ist das ultimative Ziel vieler Forschergruppen.

**Beschreibung** Technisch folgt man bei der Whole-Genome Sequencing einer sog. Shotgun-Strategie mit DNA-Templates, die man durch Genomfragmentierung erzielt. Derzeit werden aber 100 % bei der Sequenzierung noch nicht ganz erreicht. Die größte Herausforderung, jetzt, aber auch in der Zukunft, ist Auswertung und Speicherung der immensen Datenmengen.

Whole-genome Sequenzierung ist ein wichtiger Bestandteil im Konzept der personalisierten Medizin (► [Medizin, personalisierte](#)), bei der schon prädiktiv mögliche Erkrankungen aus der Sequenz und vor allem eine Vorgabe zu möglichen therapeutischen Vorgehensweisen und medikamentösen Behandlungsschemata erkennbar sein sollen.

Eine kleinere Version des WGS ist das WES („whole exom sequencing“), das ca. 1 % des Genoms bzw. alle humanen Exone umfasst. Diese Vorgehensweise ist insbesondere hilf-

reich bei der Identifizierung von Mutationen für unklare Syndrome oder familiäre Leiden.

## Literatur

Ng PC, Kirkness EF (2010) Whole genome sequencing. *Methods Mol Biol* 628:215–226

## Wichte

► [Dichte, spezifische und relative](#)

## Wide Area Network

► [WAN](#)

## Widerstandsmessprinzip

► [Coulter-Prinzip der Zellzählung](#)

## Widmark-Formel

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Blutalkoholkonzentrationsberechnung nach Widmark](#)

**Englischer Begriff** Widmark's formula

**Definition** Formel zur Berechnung der maximalen Blutalkoholkonzentration.

**Beschreibung** Von dem schwedischen Chemiker Erik Widmark (1889–1945) 1932 aufgestellte Formel zur Berechnung der maximalen Blutethanolkonzentration:

$$C = \frac{A}{r \times KG}$$

C = Blutalkoholkonzentration in ‰; A = aufgenommene Alkoholmenge in Gramm (g); r = Verteilungsfaktor (Reduktionsfaktor) im Körper (dimensionslos): 0,7 für Männer, 0,6 für Frauen; KG = Körpermasse der betroffenen Person in Kilogramm (kg)

Da Alkohol ausschließlich wasserlöslich ist, verteilt er sich nicht in Knochen und Fettgewebe, daher steht dieser Körpermassenanteil als Verteilungsvolumen nicht zur Verfügung.

Neuere Ansätze, z. B. nach Watson, berücksichtigen zusätzlich zur Körpermasse auch Körpergröße, Alter und Geschlecht, wodurch eine exaktere Abschätzung der Blutalkoholkonzentration erreicht werden soll (s. ► [Watson-Formel](#)).

Zu sogenannten Alkoholrückrechnungen, d. h. der rechnerischen Abschätzung der Ethanolblutkonzentration zum Tat- oder Unfallzeitpunkt unter Anwendung der Widmark-Formel oder von ihr abgeleiteter Varianten siehe z. B. Gilg (2012) und die jeweils aktuelle Rechtsprechung.

## Literatur

- Gibitz HJ, Schütz H (1993) Bestimmung von Ethanol im Serum. Mitteilung XX der Senatskommission für klinisch-toxische Analytik. VCH, Weinheim
- Gilg T (2012) Alkohol. In: Madea B, Mußhoff F, Berghaus G (Hrsg) Verkehrsmedizin – Fahreignung, Fahrsicherheit, Unfallrekonstruktion, 2. Aufl. Deutsche Ärzte-Verlag, Köln, S 453–485

## Widmark-Verfahren der Alkoholbestimmung

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Alkoholbestimmung nach Widmark](#)

**Englischer Begriff** Widmark's method of ethanol determination

**Definition** Heute weitgehend verlassenes, chemisches Verfahren zur Blutalkoholbestimmung.

**Beschreibung** Im Jahr 1922 erstmals beschriebenes und ab 1932 verwendetes chemisches Verfahren zur Blutalkoholbestimmung. Ethanol wird in speziellen Kölbchen nach Erich Widmark durch Erwärmen in die Dampfphase überführt und reagiert mit Kaliumdichromat-Schwefelsäurelösung unter Bildung von  $\text{Cr}^{3+}$ . Das restliche Kaliumdichromat wird nach Zusatz von Kaliumiodidlösung durch Titration mit Natriumthiosulfatlösung bestimmt. Im Vidic-Verfahren wurde Dichromat durch Vanadinschwefelsäure ersetzt (Reduktion von  $\text{V}^{6+} \rightarrow \text{V}^{4+}$ ,  $\text{V}^{4+}$  wird dabei fotometrisch gemessen). Zahlreiche weitere Modifikationen sind bekannt. Die Widmark-Methode erfasst jedoch alle verdampfbaren und oxidierbaren Substanzen, ist somit ethanolunspezifisch. Sie gilt heute als obsolet und ist seit dem Jahr 2007 mit der „Richtlinie zur

Bestimmung der Blutalkoholkonzentration im Blut (BAK) für forensische Zwecke – BAK Richtlinie“ zur forensischen Blutalkoholbestimmung nicht mehr zugelassen.

## Literatur

- BAK-Richtlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin, der Gesellschaft für Toxikologische und Forensische Chemie und der Deutschen Gesellschaft für Verkehrsmedizin (2007) Richtlinien zur Bestimmung der Blutalkoholkonzentration im Blut (BAK) für forensische Zwecke - BAK Richtlinie. Blutalkohol 44:273–282
- Widmark EMP (1932) Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwendbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Urban & Schwarzenberg, Berlin/Wien

## Wiederfindung

C. Vidal und W.-R. Külpmann

**Englischer Begriff** recovery

**Definition** Die Wiederfindung ist das Verhältnis zwischen der gemessenen Konzentration und der tatsächlichen Konzentration. Die Wiederfindung wird bestimmt anhand der Messung einer mit einer bestimmten Menge des Analyten aufgestockten Probe abzüglich der Messung der nicht aufgestockten Probe im Verhältnis zur zugesetzten Menge des Analyten.

**Beschreibung** Die Wiederfindung gibt einen wichtigen Anhalt für die Richtigkeit eines Messverfahrens (s. ► [Messverfahren](#)). Mittels Verwendung eines geeigneten internen Standards (► [Standard, interner](#)) kann bei Verfahren mit schlechter Wiederfindung, z. B. bedingt durch Extraktion, die Richtigkeit deutlich verbessert werden.

## Literatur

- Dybkaer R (1997) Vocabulary for use in measurement procedures and description of reference materials in laboratory medicine. Eur J Clin Chem Clin Biochem 35:141–173

## Wiederholbedingung von Messungen

C. Vidal und W.-R. Külpmann

**Englischer Begriff** repeatability condition of measurement; repeatability condition

**Definition** Messbedingung aus einer Menge von Bedingungen, die dasselbe ► [Messverfahren](#), dieselben Bediener, dasselbe ► [Messsystem](#), dieselben Betriebsbedingungen und denselben Ort und wiederholte Messungen (s. ► [Messung](#)) an demselben Objekt oder an ähnlichen Objekten während eines kurzen Zeitintervalls umfassen (Brinkmann 2012). Für Anmerkungen s. Literatur.

## Literatur

Brinkmann B (2012) Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM) Deutsch-englische Fassung. ISO/IEC-Leitfaden 99:2007, 4. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin

## Wiederholgrenze

C. Vidal und W.-R. Külpmann

**Englischer Begriff** repeatability limit

**Definition** Wert, unter dem oder gleich dem der Betrag der Differenz zwischen zwei unter Wiederholbedingungen gewonnenen Ermittlungsergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % erwartet werden kann.

## Literatur

DIN 58985 (2003) Entscheidungsgrenzen. Beuth-Verlag, Berlin

## Wiederholpräzision

C. Vidal und W.-R. Külpmann

**Englischer Begriff** measurement repeatability; repeatability

**Definition** ► [Messpräzision](#) bei einer Menge von Wiederholbedingungen von Messungen (Brinkmann 2012).

## Literatur

Brinkmann B (2012) Internationales Wörterbuch der Metrologie (VIM) Deutsch-englische Fassung. ISO/IEC-Leitfaden 99:2007, 4. Aufl. Beuth-Verlag, Berlin

## Wieland, Heinrich Otto

W. Hubl

**Lebensdaten** Deutscher Chemiker, geboren am 4. Juni 1877 in Pforzheim, gestorben am 5. August 1957 in München. Wieland studierte ab 1896 in München, Berlin und Stuttgart Chemie und promovierte im Jahr 1901 bei Johannes Thiele. Im Jahr 1904 habilitierte er zum Thema Addition von  $N_2O_3$  an Doppelbindungen. 1908 heiratete er Josephine Bartmann, sie bekommen drei Söhne und eine Tochter. Im Jahr 1917 übernahm er die Leitung der Abteilung für Kampfstoffsynthese an Fritz Habers (1868–1934) Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem. Dort entwickelte er Kampfstoffe, z. B. Lost. In dieser Zeit pendelte er gleichzeitig zur TH München. 1921 erhielt er eine Professur an der Albert-Ludwigs-Universität in Freiburg. Im Jahr 1925 erhielt er den Ruf an die Technische Universität München als Nachfolger von Richard Willstätter (1872–1942). Arbeitsschwerpunkte waren Untersuchungen zu Cholsäure, ► [Cholesterin](#) und einem Krötengift. Es gelang ihm, die Struktur der Steroide aufzuklären. Seine Forschungen, wie auch die zum indianischen Pfeilgift, galten im Dritten Reich als kriegswichtig, wodurch er in der Lage war, zahlreiche so genannte „Halbjuden“ als „Gäste des Geheimrats“ aufzunehmen und zur Entlastung von Hans Conrad Leipelt (1921–1945) vor Gericht auszusagen.

**Verdienste** Ab 1912 begann Wieland in enger Zusammenarbeit mit Windaus (► [Windaus, Adolf Otto Reinhold](#)) die Untersuchungen zur Strukturauflösung mittels oxidativer Ringöffnung, die später zur Konstitutionsermittlung der ► [Gallensäuren](#) diente. Für diese Arbeit erhielt er 1927 den Nobelpreis für Chemie zu den Forschungen über die Zusammensetzung der Gallensäure und verwandter Substanzen. Er war Ritter des Ordens Pour le merite und Träger des Bundesverdienstkreuzes. 1925 wurde er zum Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina gewählt. 1929 wurde er in die American Academy of Arts and Sciences sowie als korrespondierendes Mitglied in die damalige Sowjetische Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Seit 1964 wird der Heinrich-Wieland-Preis vergeben für innovative wissenschaftliche Arbeiten in den Bereichen Biochemie, Chemie, Physiologie und klinische Medizin der Fette und Lipide, heute für biologisch aktive Moleküle und Systeme sowie deren klinische Bedeutung in der Chemie, Biochemie und Physiologie.

## Literatur

Nobel Lectures (1966) Chemistry 1922–1941. Elsevier Publishing Company, Amsterdam  
Witkop B (1977) Heinrich Wieland hundert Jahre. Sein Werk und Vermächtnis heute. Angewandte Chemie 89:575–589

---

## Wieland-Zeitungstest

- ▶ Zeitungspapier-Test

---

## Wienersche Nomenklatur

- ▶ CDE-Nomenklatur

---

## Wilcoxon-Rangsummentest

- ▶ Test, statistischer

---

## Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtest

- ▶ Test, statistischer

---

## Williams-Faktor

- ▶ High-Molecular-Weight Kininogen

---

## Windaus, Adolf Otto Reinhold

W. Hubl

**Lebensdaten** Deutscher Mediziner, geboren am 25. Dezember 1876 in Berlin, gestorben am 9. Juni 1959 in Göttingen. Windaus besuchte das Französische Gymnasium in Berlin. Ab 1895 studierte er Medizin an den Universitäten in Berlin und Freiburg im Breisgau. Nach dem Physikum im Jahr 1897 wandte er sich der Chemie zu und promovierte im Jahr 1899 an der philosophischen Fakultät Freiburg über „Neue Beiträge zur Kenntnis der Digitalisstoffe“. Nach zwei Jahren als Mitarbeiter von Emil Fischer (1852–1919) in Berlin kehrte er im Jahr 1901 nach Freiburg zurück und habilitierte zwei Jahre später über ▶ **Cholesterin**. Von 1906–1913 war er Professor in Freiburg und ging danach bis 1915 an das Institut für Angewandte Medizinische Chemie an der Universität Innsbruck. Von 1915 bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1944 hatte er den Lehrstuhl für Chemie der Universität Göttingen inne.

**Verdienste** Windaus war einer der führenden Naturstoffchemiker seiner Zeit. Besonderes Interesse fanden hierbei seine Forschungstätigkeiten über wesentliche Grundlagen der Steroide und des Zusammenhanges mit ▶ **Gallensäuren** und Saponinen. Er klärte die chemische Struktur verschiedener Steroide, wie ▶ **Cholesterin** und Ergosterin, auf. Darüber hinaus gelang es ihm, die Struktur verschiedener Vitamine des B-Komplexes und der D-Gruppe (Vitamin D2 und D3; „Vigantol“) aufzuklären und diese zu synthetisieren. Im Jahr 1928 erhielt Adolf Windaus den Nobelpreis für Chemie für seine Verdienste um die Erforschung des Aufbaus der Sterine und ihres Zusammenhanges mit den Vitaminen. Windaus war Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen, erhielt zahlreiche Ehrendokortitel und Auszeichnungen, wie den Orden Pour le Merite, die Louis-Pasteur-Medaille und die Goethe-Medaille.

## Literatur

- Dimroth K (1976) Das Portrait: Adolf Windaus 1876–1959. Chemie in unserer Zeit. 10 S 175–179  
 Nobel Lectures, Chemistry 1922–1941, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1966 Haas J (2006) Vigantol. Adolf Windaus und die Geschichte des Vitamin D. Heidelberger Schriften zur Pharmazie- und Naturwissenschaftsgeschichte, Bd 20. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH

---

## Windows

O. Colhoun

**Englischer Begriff** Windows

**Definition** Betriebssystem der Firma Microsoft für PC.

**Beschreibung** Windows ist das derzeit am stärksten verbreitete Betriebssystem auf Personal Computern, so auch auf PC, die als Clients des ▶ **Labor-EDV**-Systems dienen. Es zeichnet sich durch eine grafische Benutzeroberfläche mit Fenstern und Maus aus. Weitere wichtige Elemente sind der Desktop, Icons (Symbole), Menüs und Dialogfelder. Unter Windows lassen sich Anwendungen parallel öffnen und bearbeiten (kooperatives bzw. präemptives Multitasking). Dabei ist immer ein Prozess aktiv und läuft im Vordergrund ab, die anderen laufen im Hintergrund. Ferner lassen sich Daten leicht zwischen unterschiedlichen Programmen austauschen (DDE bzw. OLE). Außerdem sorgt Windows für eine weit gehende Bedienungsähnlichkeit („look and feel“) aller Programme, die unter diesem Betriebssystem laufen.



## Wintrobe-Methode der Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Erythrozytensenkungsgeschwindigkeit nach Wintrobe](#)

**Englischer Begriff** Wintrobe erythrocyte sedimentation rate

**Definition** Selten angewandte methodische Variante der Bestimmung der Erythrozytensedimentationsrate.

**Beschreibung** Im Vergleich zur Messmethode der [Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit nach Westergren](#) wird die methodische Variante nach dem kanadisch/amerikanischen Hämatologen Maxwell Wintrobe (1901–1986) nur selten angewandt. Die wichtigsten Unterschiede zum Westergren-Verfahren bestehen in der

- Verwendung von kürzeren (100 statt 200 mm Länge) Sedimentationskapillaren mit einem geringeren Durchmesser,
- Verwendung von EDTA-antikoaguliertem Blut (statt Natriumcitrat) ohne Verdünnungslösung und
- ausschließlichen Messung der Sedimentationsstrecke nach 1 Stunde.

Im Vergleich zur Westergren-Methode ist die Wintrobe-Technik weniger sensitiv und zuverlässig und daher als Screeningverfahren der Westergren-Methode unterlegen. Sie ist aus den genannten Gründen wenig verbreitet.

### Literatur

Gilmour D, Sykes AJ (1951) Westergren and Wintrobe methods of estimating ESR compared. *Br Med J* 2:1496–1497

## Wireless local area network

► [WLAN](#)

## Wischtests zum Drogennachweis

T. Arndt

**Synonym(e)** [Drogenwischtest](#)

### Englischer Begriff Drugwipe

**Definition** Drugwipe II sind Drogenschnellteste der Securetec AG, München, die zur Vor-Ort-Kontrolle von Drogenkonsum, z. B. im Straßenverkehr, eingesetzt werden.

**Beschreibung** Das Testfeld des Wischtests wird mehrfach über die Hautoberfläche (z. B. Achselhöhle) gewischt. Der Drogen- oder Drogenmetabolitnachweis erfolgt immunologisch mit spezifischen Antikörpern (s. a. ► [Teststreifen](#)) innerhalb weniger Minuten. Als Alternativmaterial können Speichel und Oberflächen auf Drogen geprüft werden. Derzeit stehen Systeme zum Nachweis der Amphetamine/Methamphetamin (Ecstasy) (s. a. ► [Amphetamine](#)), ► [Benzodiazepine](#), ► [Cannabinoide](#), ► [Kokain](#) und Opiate zur Verfügung. Die Nachweisgrenze liegt zwischen 5–200 ng/mL (Speichel, Schweiß) bzw. 2–20 ng/cm<sup>2</sup> (Oberflächen).

Ein positiver Wischtest- oder sonstiger Drogenschnelltestbefund muss unter forensischen Bedingungen generell durch weiterführende Untersuchungen, z. B. zur Beurteilung einer aktuellen Drogenbeeinflussung durch Blutanalyse, mit physikochemischen Analyseverfahren, zumeist ► [Massenspektrometrie](#), vertieft und bestätigt werden (sog. ► [Bestätigungsuntersuchungen](#)). Ein Schnelltest dient als eine erste Entscheidungshilfe, z. B. bei polizeilichen Maßnahmen, wobei ein Schnelltestbefund vor Gericht nicht beweiskräftig ist. Siehe auch ► [Atemanalyse auf Drogen](#), ► [Drogenscreening](#), ► [Schweiß und Drogen](#) sowie ► [Speichel und Drogen](#).

### Literatur

[www.securetec.net](http://www.securetec.net)

## Wismut

D. Meißner und T. Arndt

**Synonym(e)** [Bismut](#)

**Englischer Begriff** bismuth

**Definition** Wismut (chemisches Symbol: Bi) ist ein Element der Stickstoffgruppe mit der Ordnungszahl 83 und der relativen Atommasse von 208,98037. Es ist ein nicht essentielles Spurenelement.

**Beschreibung** Wismut hat keine physiologische Funktion. Die häufigste Wertigkeitsstufe ist +3. Wismut hat antimikrobielle, antisekretorische sowie enterotoxinbindende und gal-

lensäurenbindende Eigenschaften. Es hat als kolloidales Wismutsubcitrat therapeutische Bedeutung bei Reisediarrhö, peptischen Ulzera und *Helicobacter*-positiver Gastritis. Langzeiteinnahme kann zu Enzephalopathie, auch mit tödlichem Ausgang, führen. Wismutintoxikationen ähneln jenen von ► [Blei](#) und ► [Quecksilber](#).

Referenzwerte bei unbelasteten Personen (Erwachsene und Kinder): Blut: <0,008 µg/L; Urin: <0,02 µg/L (Heitland und Köster 2006a, b).

Als toxischer Schwellenwert gilt eine Plasmakonzentration von 50 µg/L, bei Werten über 100 µg/L sind toxische Effekte möglich.

## Literatur

- Heitland P, Köster HD (2006a) Biomonitoring of 37 trace elements in blood samples from inhabitants of northern Germany by ICP-MS. J Trace Elem Med Biol 20:253–262
- Heitland P, Köster HD (2006b) Biomonitoring of 30 trace elements in urine of children and adults by ICP-MS. Clin Chim Acta 365:310–318
- Raedsch R (1991) Wismut-Therapie in der Gastroenterologie. Dtsch Med Wschr 116:821–824

## Wissensbasiertes Befundungssystem

- [Expertensystem](#)

## WLAN

O. Colhoun

**Englischer Begriff** wireless local area network

**Definition** Drahtloses lokales Computernetzwerk via Funktechnik.

**Beschreibung** Wireless LAN steht für „drahtloses lokales Netzwerk“ zur Datenübertragung. Es existieren mehrere Standards, die drahtlose Übertragungstechniken und Verfahren spezifizieren, z. B. IEEE 802.11h mit einer Geschwindigkeit von max. 108 Mbit/s bei 40 MHz Bandbreite, IEEE 802.11n 2,4 und 5 GHz mit max. 600 Mbit/s und IEEE 802.11ad 5 GHz mit  $\leq 7$  Gbit/s. WLANs können in unterschiedlichen Modi betrieben werden: Infrastruktur-Modus (zentraler Access Point übernimmt die Koordination aller Clients), Ad-Hoc-Modus (alle Netzknöten gleichwertig), Wireless Distribution System (WDS) und Repeating. Zum

Schutz vor unbefugtem Datenabgriff im Funknetz sind unbedingt Sicherungsmaßnahmen wie Verschlüsselung und Kennwörter einzusetzen (z. B. WPA2).

## Wöhlk-Malfatti-Test

- [Wöhlk-Probe](#)

## Wöhlk-Probe

A. M. Gressner und O. A. Gressner

**Synonym(e)** [Laktosereaktion nach Wöhlk](#); [Wöhlk-Malfatti-Test](#)

**Englischer Begriff** Wöhlk's test

**Definition** Von Alfred Wöhlk 1904 publizierter, heute obsoletter, nicht mehr eingesetzter semiquantitativer Nachweis von Laktose im Urin.

**Beschreibung** Laktose reagiert bei Erwärmen des Harns auf 60 °C in Gegenwart von Ammoniak und Kalilauge innerhalb einiger Minuten mit Rotfärbung. Maltose reagiert ebenfalls positiv.

## Literatur

- Hallmann L (1980) Klinische Chemie und Mikroskopie, 11. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart/New York
- Wöhlk A (1904) Über eine neue Reaktion auf Milchzucker (und Maltose). Fresenius Z Anal Chem 43(11):670–679

## Wolfram(faden)lampe

T. Arndt

**Synonym(e)** [Glühlampe](#)

**Englischer Begriff** Tungsten lamp; Wolfram lamp

**Definition** Ein sog. Temperaturstrahler (Glühlampe), dessen Lichterzeugung auf der Erhitzung eines unter Vakuum oder in einer inerten Atmosphäre befindlichen Wolframdrahts beruht.

**Beschreibung** Ihr Strahlungsspektrum umfasst den Bereich von 300–4000 nm. Der Hauptanteil der abgegebenen Strahlung liegt im infraroten Bereich.

Wolframlampen werden vor allem für Messungen im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts (400–780 nm) eingesetzt. Daneben sind sie auch für Anwendungen im nahen infraroten Bereich (z. B. NIR-Infrarotspektrometrie), nicht aber für Anwendungen im UV-Bereich geeignet.

Bei Betriebstemperaturen von 2600–3000 K verdampft stetig Wolfram vom Wolframdraht. Dies führt zur Schwärzung des Glaskörpers und letztlich zum Bruch der Glühwendel. Diese Prozesse können durch einen hohen Inertgasdruck (Argon, Krypton und Xenon) verlangsamt werden.

Der Kolbenschwärzung kann noch wirkungsvoller durch Halogenzusätze zum Füllgas begegnet werden. Das beim Lampenbetrieb von der Wendel abdampfende Wolfram gelangt durch Diffusion oder Konvektion in die Nähe der Glaswand. Dort herrschen Temperaturen von <1400 K, sodass sich stabile Wolfram-Halogenverbindungen bilden können. Mit der thermischen Strömung gelangen diese Verbindungen wieder in die Nähe der heißen Wendel (>1400 K) und zerfallen dort wieder. Ein Teil des Wolframs wird wieder auf die Wendel zurücktransportiert, allerdings nicht an seine Herkunftsstelle. Der „normale Halogenkreisprozess“ führt somit lediglich zu einer Verhinderung der Kolbenschwärzung, nicht aber zu einer Verlängerung der Lebensdauer. Diese wird weiterhin durch Wendelunterbrechung an entstehenden „hot spots“ beendet.

UV/VIS-Detektoren enthalten oft eine Wolframlampe für Arbeiten im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts (VIS)-Bereich) und eine Deuteriumlampe für den UV-Bereich. Überalterte Lampen können aufgrund der oben beschriebenen Zusammenhänge zu unpräzisen und unrichti-

gen Analyseergebnissen führen. Die Lampen müssen deshalb regelmäßig erneuert werden.

## Literatur

Kortüm G (1962) Kolorimetrie. Photometrie und Spektrometrie. Eine Anleitung zur Ausführung von Absorptions-, Emissions-, Fluoreszenz-, Streuungs-, Trübungs- und Reflexionsmessungen. Springer, Berlin/Göttingen/Heidelberg

---

## Woods-Peak

- ▶ [Koproporphyrinogenoxidase](#)

---

## WR

- ▶ [Wassermann-Test](#)

---

## Wright-(Wr-)Antigen

- ▶ [Diego-\(DI-\)Blutgruppensystem](#)

---

## Wurzeltransformation

- ▶ [Transformation, Wurzel-](#)