

2.  
AUFLAGE

# Lexikon der Pharma- Technologie

Werkstoffe und Verfahren

Georg Henkel  
Frank Stieneker  
Martin Wesch



EDITIO CANTOR VERLAG

Lexikon der

# Pharma- Technologie

Werkstoffe und Verfahren

Georg Henkel

Frank Stieneker

Martin Wesch

2. erweiterte und überarbeitete Auflage



EDITIO CANTOR VERLAG AULENDORF

Hinweis: Trotz entsprechender Bemühungen ist es uns nicht in allen Fällen gelungen, den Rechtsinhaber der im Buch enthaltenen Abbildungen ausfindig zu machen. Gegen Nachweis der Rechte wird der Verlag die gesetzlich geschuldete Vergütung für die Abdruckerlaubnis zahlen.

## **Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

2. Auflage

ISBN 978-3-87193-385-1

© 2013 ECV · Editio Cantor Verlag für Medizin und Naturwissenschaften GmbH, Aulendorf. Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie Übersetzung in andere Sprachen, behält sich der Verlag auf unbefristete Zeit vor. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Kopie, Mikrofilm oder andere Verfahren, einschließlich elektronischer Datenträger) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert werden.

ECV · Editio Cantor Verlag im Internet unter [www.ecv.de](http://www.ecv.de)

Satz: Rombach Druck- und Verlagshaus GmbH & Co. KG, Freiburg  
Druck und Bindung: creo Druck & Medienservice GmbH, Bamberg

# Inhalt

Geleitwort von Rolf Daniels, Tübingen	6
Geleitwort von Eberhard Münch, Weinheim	7
Geleitwort von Otto Ernst Schubert, Basel (Schweiz)	8
Vorwort der Herausgeber	9
Vorwort der Herausgeber zur zweiten Auflage	11
<hr/>	
Lexikon-Teil von A – Z	13
<hr/>	
Kurzprofile der Autoren	■

## Geleitwort zur zweiten Auflage

Vor fünf Jahren ist die erste Auflage des Lexikon der Pharma-Technologie erschienen. Es war und ist das erste deutschsprachige Werk, das sich zum Ziel gesetzt hatte, die Fachsprache in dem hoch interdisziplinären Arbeitsumfeld der Pharmaproduktion für die vielen dort agierenden Experten zu erklären. Denn nur, wenn man weiß, wovon man spricht, sollte man auch darüber sprechen.

Das Buch ist also sozusagen ein erklärendes Wörterbuch, das die Kommunikation zwischen Pharmazeuten, Ingenieuren, Juristen und anderen Spezialisten, die von Hause aus eben nicht alle dieselbe Sprache sprechen, erleichtern soll. Diese Aufgabe hat die erste Auflage des Werkes bereits in hervorragender Weise erfüllt.

Gemäß der Formel des griechischen Philosophen Heraklit „panta rhei“, entwickeln sich allerdings auch Sprachen im Laufe der Jahre weiter. So finden wir heute im Duden Begriffe, an die wir vor einigen Jahren noch nicht einmal zu denken wagten. Dies gilt in gleicher Weise auch für unsere Fachsprache. Ebenso wie vorhandene Technologien sich weiter entwickeln, entwickelt sich das zugehörige Vokabular ebenfalls beständig weiter. Dem hat das Autorenteam des Lexikon der Pharma-Technologie Rechnung getragen und eine im Umfang deutlich erweiterte zweite Auflage des Werkes fertiggestellt.

Ich freue mich darüber, dass meine Bitte um eine regelmäßige Aktualisierung, die ich im Geleitwort zur ersten Auflage geäußert hatte, erhört wurde und bedanke mich dafür auch im Namen aller anderen Nutzer des Lexikons bei den Autoren; die Mühe hat sich gelohnt. Ich hoffe nur, ich kann mir all die vielen neuen Begriffe merken. Wenn nicht, ist das aber auch nicht so schlimm, ich habe ja das Lexikon der Pharma-Technologie, um dort nachzuschlagen.

Rolf Daniels, Tübingen

## Geleitwort

In der pharmazeutischen Industrie und in artverwandten Produktionseinheiten arbeitet eine Vielzahl von Berufsgruppen miteinander. Pharmazeuten, Mediziner, Mikrobiologen, Chemiker, Techniker – um nur einige zu nennen. Jedem sind aus seinem Fachgebiet, dem Studium, der Ausbildung und der Berufserfahrung heraus Fachbegriffe und deren Zusammenhänge geläufig.

In der beruflichen Praxis wird jeder Einzelne aber auch mit den Begriffen anderer Fachdisziplinen konfrontiert. Nur das richtige Verständnis dieser Begriffe kann dazu führen, dass alle betroffenen Personen „die gleiche Sprache sprechen“ bzw. für die jeweiligen Begriffe ein gleiches Verständnis entwickeln. Dies ist indessen absolut notwendig, da es ansonsten im alltäglichen Miteinander zu Missverständnissen kommen kann, die wiederum zu Fehlplanungen, Fehlinterpretationen oder sogar zu falschen Entscheidungen führen können.

Aufgrund der Vielzahl von Fachbegriffen aus verschiedenen Fachdisziplinen ist es hilfreich, diese in geeigneter, zusammengefügter Form verfügbar zu haben – ohne diverse unterschiedliche Nachschlagewerke bemühen zu müssen.

Diesem Bedürfnis kommen die Herausgeber mit einem umfangreichen, alphabetisch geordneten Lexikon nach. Mit Begriffen aus der Pharmazie, der Chemie- und Verfahrenstechnik, der Anlagen- und Prozesstechnik, der Materialkunde, den Regelwerken rund um Good Manufacturing Practice (GMP) und anderen.

Eberhard Münch, Weinheim

## Geleitwort

Die pharmazeutische Technologie hat sich unter den pharmazeutischen Wissenschaften einen festen Platz erobert. Als angewandtes Fach basiert sie auf physikalischen, physikalisch-chemischen und chemischen Grundlagen sowie auf der Pharmakokinetik und der Biopharmazie. In ihrer industriellen Anwendung kommt jedoch noch ein weiterer, stark technischer und materialwissenschaftlicher Aspekt hinzu.

Aufgabe und Herausforderung für das vorliegende „Lexikon der Pharma-Technologie“ war es, genau in dieser Hinsicht eine Verbindung zwischen der klassischen pharmazeutischen Technologie und diesem industriellen Aspekt zu schaffen. Es tut dies auch in hohem Maße, und zwar dadurch, dass es im Zeitalter der Teamarbeit von einem Team anerkannter Fachleute erstellt wurde und für Teams unterschiedlicher Berufsgruppen einen Wissenstransfer ermöglicht und damit eine gemeinsame Basis schafft. Aufgrund der großen Stofffülle ist es dabei notwendig, diese Kenntnisse jederzeit rasch griffbereit in komprimierter Form verfügbar zu haben. Eine Forderung, für die sich die Form eines Lexikons hervorragend eignet. Und eine Form, die in anderen Branchen bereits üblich ist (Fachlexikon der Kunststoff-Technologie, Fachlexikon ABC Technik und Naturwissenschaft usw.).

Das Lexikon ist so angelegt, dass es auf relativ geringem Raum eine sehr große Fülle von Fakten bringt. Damit wird für viele Leute die Anschaffung von Detailliteratur entbehrlich werden.

Es werden Themengebiete behandelt aus dem Bereich der Arzneimittelherstellung, Qualitätskontrolle und -sicherung, Entwicklung, Produktion, Vertrieb und pharmazeutischer Gesetzeskunde. Unzweifelhaft aber ist der Schwerpunkt im technischen Themenbereich, insbesondere bei der Behandlung von Fragen bezüglich Anlagen, Maschinenbau, Werkstoffen, Materialien sowie deren Prüfung zu finden. Damit ergänzt das „Lexikon der Pharma-Technologie“ einerseits die klassische pharmazeutische Technologie durch diesen besonders für die Industrie wichtigen Themenkreis, ermöglicht aber auch Fachleuten aus anderen Bereichen, rasch und praxisorientiert die speziell pharmazeutisch ausgerichtete Sichtweise zu technischen Fragestellungen kennen zu lernen.

Die Pharmazie ist erfreulicherweise ein sehr praktisch orientiertes Fach, das sich nie scheute, auch über den „Tellerrand“ hinauszublicken und Sinnvolles und Nötiges zu adaptieren und zu integrieren. Hierzu bietet auch das vorliegende „Lexikon der Pharma-Technologie“ eine Möglichkeit, da es Fachwissen aus den Bereichen QC/QA, Gesetzeskunde, aber vor allem Technik in komprimierter und allgemein verständlicher Form rasch und übersichtlich zur Verfügung stellt.

Es ist diesem Buch zu wünschen, dass es innerhalb kurzer Zeit eine weite Verbreitung innerhalb der Pharmazie erfährt und dass es, wie das „Lexikon der Hilfsstoffe“ aus dem gleichen Verlag, zu einem Standardwerk wird.

Otto Ernst Schubert, Basel (Schweiz)

## Vorwort

*„Man sollte alles so einfach wie möglich sehen – aber auch nicht einfacher.“*

*(Albert Einstein)*

Die überaus komplexe Materie der Pharmatechnologie möglichst einfach und verständlich darzustellen, ist Anliegen der Autoren des vorliegenden Buches. Schnell und zuverlässig die richtige Information zur Hand zu haben, ist heute wichtiger denn je. Von Tag zu Tag wird es schwieriger, die Prozesse der Herstellung von Arzneimitteln und ihre Regulierung zu durchdringen. Hierbei Hilfestellung zu geben und die Vorgänge plausibel darzustellen, war somit für das Autorenteam nicht immer einfach zu bewerkstelligen.

In der Pharmaindustrie arbeitet eine Vielzahl von Spezialisten mit unterschiedlichster Ausbildung und beruflicher Herkunft zusammen: Apotheker, Chemiker, Biologen, Mediziner, Ingenieure, Informatiker, Mathematiker und Physiker auf der naturwissenschaftlich-technischen Seite, aber auch eine Vielzahl anderer Berufe wie Betriebswirte oder Juristen. Die Pharmaindustrie ist deutlich multidisziplinärer strukturiert als andere Bereiche der Prozessindustrie, was die Arbeit in dieser Branche auf der einen Seite so reizvoll, aber auf der anderen Seite durchaus schwierig macht. Ferner hat die Pharmaindustrie neben internen natürlich auch diverse Schnittstellen zu Zulieferern und Dienstleistern aus den Bereichen Chemie, Anlagenbau, Informatik oder Logistik, wodurch weitere Disziplinen wie z. B. die Materialwissenschaften hinzukommen.

Die Arbeit für die APV (Arbeitsgemeinschaft für Pharmazeutische Verfahrenstechnik) zeigte immer wieder, dass jede Disziplin eine eigene Sprache spricht und somit die Schnittstellenproblematik verschärft. Diskussionen mit Dr. Otto Ernst Schubert (F. Hoffmann-La Roche, Basel) führten zu diesem Lexikon: Er gab den Anstoß für diese Arbeit.

Vor diesem Hintergrund haben wir uns bemüht, die Terminologie der Einzeldisziplinen verständlich für alle anderen Beteiligten in der Pharmaindustrie darzustellen. So soll z. B. ein Apotheker in die Lage versetzt werden, die Fachbegriffe des Materialwissenschaftlers oder des Anlagenbauers zu verstehen. Das Lexikon kann somit nicht den Anspruch erheben, ein Nachschlagewerk für Spezialisten in ihrem eigenen Fachgebiet zu sein. Es hilft aber diesen Spezialisten, den jeweiligen Gesprächspartner besser zu verstehen. Aus diesem Grund haben wir auch auf eine konsequente und durchgängige Verwendung der SI-Einheiten verzichtet, die Verwendung der gebräuchlichen Maßeinheiten erschien uns besser. Umrechnungen findet der Nutzer des Buches deshalb unter „SI-Einheiten“. Die gewählte Form des Lexikons soll vielmehr Grundlagen vermitteln, Hinweise zu weiterführenden Quellen bieten und auch dem fachfremden Leser pharmazeutische, technische sowie rechtliche Zusammenhänge erschließen.

Im „Lexikon der Pharma-Technologie“ sind die Grundlagen der Pharmazie mit einem Schwerpunkt in der pharmazeutischen Technologie (Entwicklung und Herstellung von Arzneiformen) erfasst. Weitere Schwerpunkte bilden Werkstoffe (wie z. B. Pharmaglas, austenitische Edelstahllegierungen bzw. Metalle allgemein, Kunststoffe, Wellpappe, Karton etc.), werkstoffkundliche Grundlagen, Fertigungstechniken zur Bearbeitung von Metallen und deren Legierungen, Verfahrenstechnik in der Pharmazie, Gute Herstellungspraxis (GMP) und diverse

Mess- und Prüftechniken. Berücksichtigt sind ferner Aspekte des Qualitätsmanagements, der Qualitätssicherung und -kontrolle.

Sowohl dem Pharma-Manager wie auch dem Berufsanfänger sollen sich die wichtigsten pharmazeutischen Begriffe kurz und prägnant erschließen. Mitarbeiter in der Produktion, in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Qualitätskontrolle, Lohnherstellung, Einkauf, Rechtsabteilung, Controlling und Vertrieb erhalten auf diese Weise das notwendige Wissen aus einer Quelle. Zahlreiche Querverweise ermöglichen es, Zusammenhänge zu verstehen und nachzuvollziehen.

Die Arbeiten zu diesem Lexikon begannen im Herbst 2002. Die Herausforderung und das Bemühen, der Komplexität des Themas „Herr“ zu werden, nahmen weit mehr Zeit in Anspruch, als erwartet. Der Gesetzgeber leistete am Rande zusätzlich mit zahlreichen Novellen des Arzneimittelrechts Vorschub, die Rechtslage nicht eben zu vereinfachen. Das Lexikon entspricht zum Zeitpunkt des Erscheinens den aktuellen Gegebenheiten.

Das Autorenteam wünscht sich, dass es gelungen sein möge, mit diesem Lexikon ein Nachschlagewerk geschaffen zu haben, das für diejenigen eine wertvolle und praxisnahe Hilfestellung bietet, die im weiten Umfeld der Pharmaproduktion tätig sind.

Bedanken möchten wir uns an dieser Stelle beim ECV · Editio Cantor Verlag und seinen Mitarbeitern sowie Herrn Werner Groß für die Unterstützung. Vor allem danken wir unseren Ehefrauen für ihre Geduld, wenn wir wieder einmal am Wochenende bei schönstem Wetter an unseren Rechnern saßen ...

Januar 2007

Georg Henkel, Frank Stieneker und Martin Wesch

## Vorwort zur zweiten Auflage

Das Wissen über die Pharma-Technologie wächst rasant. Dementsprechend haben wir für die zweite Auflage das Lexikon nicht nur überarbeitet, sondern erheblich erweitert. Zuletzt berücksichtigten wir noch das Zweite Gesetz zur Änderung arzneimittelrechtlicher und anderer Vorschriften vom 19.10.2012 (BGBl. I, 2192). Das Lexikon wurde damit an aktuelle Gesetze und Guidelines angepasst. Es trägt natürlich auch den Weiterentwicklungen und Veränderungen in den Bereichen Pharmaproduktion, Qualitätskontrolle und -sicherung, F&E, Lagerung und Distribution Rechnung.

Wir haben zahlreiche Anregungen der Nutzer des Lexikons aus der Pharmaindustrie, den Hochschulen, aus persönlichen Kontakten und Gesprächen umgesetzt. All das führte zu annähernd 1.000 neuen Begriffen. Eine Vielzahl der bereits vorhandenen Stichworte mussten wir überarbeiten. Dadurch ließ die zweite Auflage auf sich warten: Fünf Jahre nach der Publikation der ersten Auflage des Lexikon der Pharma-Technologie ist die zweite Auflage nunmehr fertig gestellt.

Nach der zweiten ist vor der dritten Auflage, deshalb freuen wir uns auf rege Rückmeldungen, Vorschläge und Verbesserungen, die uns persönlich, aber auch über den Editio Cantor Verlag erreichen werden.

Wie immer in den vergangenen Jahren war die Zusammenarbeit mit dem Editio Cantor Verlag und seine Unterstützung für uns vorbildlich. Besonders bedanken möchten wir uns hier bei Frau Sybille Glatz für ihre Engelsgeduld und wertvollen Anregungen sowie bei Herrn Werner Groß für das Lektorat.

Dezember 2012

Georg Henkel, Frank Stieneker und Martin Wesch

Sinne der Passivschichtbildung wird die Aktivierungsstromdichte auch als *Passivierungsstromdichte* ► bezeichnet (von der *Passivstromdichte* ► streng zu unterscheiden), obgleich der Effekt am Reaktionsbeginn eher einer Aktivierungsreaktion nach Arrhenius entspricht.

## Akzeptanzkriterium

Festgelegte Anforderung, die erfüllt sein muss, damit eine *Qualifizierung* ► und/oder *Validierung* ► erfolgreich abgeschlossen werden kann (*EG-GMP-Leitfaden* ►, Anhang 15).

## Al6XN

*Nickelbasislegierung* ►.

## Alert Limit

*Warngrenze* ►.

## Aliphate

Organische Kohlenwasserstoffverbindungen mit offenen Kohlenstoffketten. Aliphate leiten sich von Alkanen, Alkenen und Alkinen bzw. Cykloalkanen ab. Die Ketten können verzweigt oder unverzweigt, gesättigt oder ungesättigt sein. Im Gegensatz zu *Aromaten* ► haben Aliphate keine delokalisierten *Doppelbindungen* ►.

Aliphate werden auch als acyclische Verbindung bezeichnet, z.B. Hexan. Cyklische Verbindungen unterteilen sich in aromatische, z.B. Benzol, Toluol, und alicyclische bzw. heterocyclische Verbindungen, z.B. Furane.

## Alkalisch

*Laugen* ►.

## Alkalische Lösungen

Chemische Lösungen (etwa der Alkali-, Erdalkali- und Erdmetallhydroxide in Wasser) mit einem *pH-Wert* ► von 7–14.

## Alkalische wässrige Lösungen

*Laugen* ►.

## Alkane

Frühere Bezeichnung: *Paraffine* ►.

Sammelbezeichnung für gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe (*Aliphate* ►)  $C_nH_{2n+2}$ , die in unverzweigten oder verzweigten Ketten vorliegen können, z.B. Methan, Ethan, Propan, Butan.

Alkane zeichnen sich durch besondere chemische Reaktionsträgheit aus.

## Alkene

Veraltet: Olefine.

Ungesättigte offenkettige Kohlenwasserstoffe, die als charakteristisches Merkmal eine oder mehrere C=C-Doppelbindungen in der Kohlenstoffkette aufweisen. Die Doppelbindungen können isoliert, kumuliert oder konjugiert auftreten.

Die Alkene Ethylen (Ethen) und Propylen (Propen) sind die Ausgangsstoffe für die Kunststoffwerkstoffe (*Kunststoff* ►) Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) als Polymerisationsprodukte (*Polymerisation* ►).

In ihren physikalischen Eigenschaften ähneln die Alkene den Alkanen, können aber in Abhängigkeit von den Substituenten an der Doppelbindung schwach polare Eigenschaften haben. Polymerisationsprodukte aus Alkenen (PE, PP) werden auch *Polyolefine* ► genannt.

## Allergene

*Arzneimittel* ► im Sinne des § 2 Abs. 1 *AMG* ►, die Antigene oder Haptene enthalten und dazu bestimmt sind, bei Mensch oder Tier zur Erkennung von spezifischen Abwehr- oder Schutzstoffen angewendet zu werden (Testallergene) oder Stoffe enthalten, die zur antigenspezifischen Verminderung einer spezifischen immunologischen Überempfindlichkeit angewendet werden (Therapieallergene), gem. § 4 Abs. 5 *AMG*.

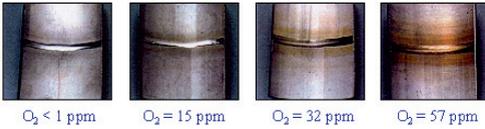
## Allotrope Umwandlung

*Allotropie* ►.

## Allotropie

Auftreten verschiedener fester Zustandsformen bei einem chemischen Element, z.B. Eisen, Schwefel, Kohlenstoff, Sauerstoff.

- Austenitischer Edelstahl 1.4404, gebeizte Innenoberfläche – Schweiß-/Formiergas Ar.



- Werkstoff 1.4435, elektropolierte Innenoberfläche – Schweiß-/Formiergas Argon.

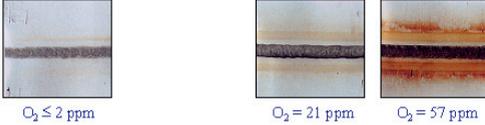


Abb. A 4: Entstehung von eisenoxidischen Anlauffarben in der Hitzeinflusszone durch Sauerstoffanreicherung im Formiergas beim Schweißprozess. (Quelle: J. V. Hansen, Influence of residual oxygen on the welding result, International Conference on orbital welding, La Baule, 1997)

- Temperaturbereich 300 – 1000°C
- Spuren von Sauerstoff im inerten Schweiß- und Formiergas

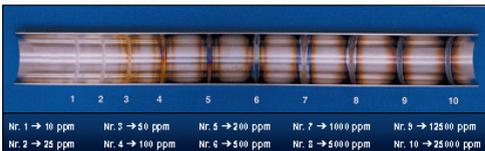


Abb. A 5: Einfluss des Restsauerstoffgehaltes im Formiergas Argon auf die Ausbildung von Anlauffarben in der Hitzeinflusszone von Orbitalschweißnähten (Werkstoff 316L = 1.4404). (Quelle: AWS D18.2; Guide to weld discoloration levels on inside of austenitic stainless steel tube, American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Road, Miami, FL, USA, 1999)

render *Korrosion* ►. Aus diesem Grund müssen Anlauffarben etwa im Rohrinne durch *Formierung* ► mit Inertgas (z.B. Argon) vermieden und im Außenbereich durch sachgerechtes *chemisches Beizen* ► und *Passivierung* ► gesichert rückstandsfrei entfernt werden. Mechanisches Verschleifen entfernt Anlauffarben erfahrungsgemäß nicht gesichert bzw. nicht rückstandsfrei.

## Anode

1. Pluspol einer Gleichstromquelle.
2. In einem *Korrosionsstromkreis* ► der sich auflösende Pluspol im Dipolssystem.
3. Bei der *Elektrolyse* ► Anlaufstelle für die negativ geladenen Ionen (Anionen).
4. Beim *elektrochemischen Polieren* ► als Elektrolyseanwendung die Bauteilseite, die beim Prozess gezielt einen *elektrochemischen Abtrag* ► erfährt.

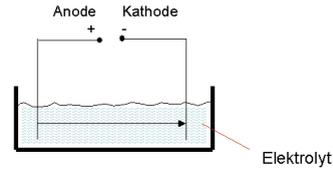
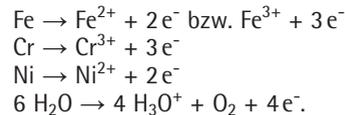


Abb. A 6: Darstellung eines galvanischen Elements unter Nutzung einer externen Gleichstromquelle. (Quelle: G. Henkel)

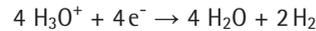
## Anodische Metallauflösung

Siehe auch: *Anode* ►, *Elektrolyse* ►, *Anodisierung* ►.

Elektrochemischer Vorgang des In-Lösung-Gehens von Metallionen bei der selektiven Metallabtragung, z.B. beim *elektrochemischen Polieren* ► in einem geeigneten *Elektrolyten* ►. An der Anode laufen dabei aufgrund der elektrisch verursachten Oxidation durch die angelegte Gleichspannung folgende Oxidationsprozesse ab:



An der Kathode laufen folgende Reduktionsprozesse ab:



Der Elektrolyt enthält infolge *Dissoziation* ► entsprechende Ionen, wie z.B.  $\text{SO}_4^{2-}$  oder  $\text{PO}_4^{3-}$ , die sich z.B. mit den Metallionen zu entsprechenden *Salzen* ► verbinden.

## Anodische Oxidation

*Anodisierung* ►.

## Anodische Reinigung

*Elektrochemisches Polieren* ► mit reduzierten *elektrochemischen Abträgen* ► von 3–5 µm, wodurch eine nachhaltige Oberflächenreinigung erreicht wird.

Durch eine anodische Reinigung werden von einer *Edelstahl-oberfläche* ► primäre Vorbearbeitungs- bzw. Fremdverunreinigungen gesichert entfernt und der Aufbau der chromoxidreichen *Passivschicht* ► wird verbessert. Anodisch gereinigte Edelstahloberflächen zeigen weitgehend reine, kohlenwasserstoffarme bzw. -freie, passive Verhältnisse.



Abb. B 8: Schematische Darstellung einer Biofilmentwicklung auf einer Oberfläche. (Quelle: F. Riedewald, Biofilms in pharmaceutical water, IDC, Dublin, 1996)



schaften typisch für Standorte mit besonderen Bedingungen sind. Pharmazeutisch meist Mikroorganismen, die sich gegenüber extremen Umweltbedingungen als besonders resistent erwiesen haben. Aus diesem Grund werden Bioindikatoren zur Überprüfung des Sterilisationserfolges (*Sterilisation* ►) und zur Validierung eines *Sterilisationsverfahrens* ► eingesetzt. Sie bestehen aus einer Verpackung, die für Mikroorganismen undurchlässig, aber durchlässig für das Sterilisationsmedium (Dampf, Ethylenoxid u.a.) ist. Angepasst an das spezifische Sterilisationsverfahren werden apothogene *Keime* ► oder deren Sporen mit möglichst hoher Resistenz gegen dieses Sterilisationsverfahren verwendet. Nach dem Sterilisationsvorgang wird versucht, die jeweiligen Keime unter optimalen Bedingungen anzuzüchten. Gelingt dieses nicht, bzw. lässt sich eine Reduktion der Ausgangkeimzahl um mindestens  $10^{-6}$  nachweisen, gilt die Sterilisation als erfolgt.

## Biokompatibilität

Siehe auch: *Gewebeverträglichkeit* ►.

Im Bereich der Pharmazie, Biotechnik und Medizin Verträglichkeit von Werkstoffen oder Substanzen mit Gewebe bzw. Blut.

## Biokorrosion

*Mikrobiologisch induzierte Korrosion* ►.

## Biologische Oberfläche

Natürliche Oberfläche wie z.B. eine Zelloberfläche, ein Gewebe oder eine natürliche Membran.

## Bioreaktor

Auch: Fermenter.

Unter optimalen Bedingungen werden im Bioreaktor Zellen oder Mikroorganismen gezüchtet mit

dem Ziel, diese oder deren Stoffwechselprodukte zu nutzen. Diese Zellen oder Mikroorganismen können natürlicher Herkunft oder gentechnologisch verändert sein. Bekannte Produkte aus Bioreaktoren sind z.B. Bier sowie Wein im Lebensmittelbereich oder auch Insulin, EPO und monoklonale Antikörper aus dem pharmazeutischen Umfeld.

Steuerungsparameter für den optimalen Betrieb von Bioreaktoren sind z.B. Temperatur, pH-Wert, Zufuhr von Gasen wie Sauerstoff, Stickstoff und  $\text{CO}_2$ , Zusammensetzung des Kulturmediums, Rührgeschwindigkeit und Zufuhr von Nährmedien.

Bioreaktoren bestehen oft aus *Edelstahl* ► oder Glas (*Glasart* ►), aber zunehmend auch aus *Kunststoffen* ►, wobei es sich hier oft um eine einmalige Nutzung handelt (siehe *Disposables* ►).

## Biosensor

Sensor zur Messung von Substanzen oder Vorgängen in biologischen Systemen durch Kopplung eines biologischen Systems mit einer elektronischen Signalumwandlung und -verstärkung.

## Biotechnologie

Nutzung von Kenntnissen aus Biologie und Biochemie für die Herstellung von Substanzen oder gebrauchsfertigen Produkten.

Die ältesten biotechnologischen Verfahren sind die Herstellung von Bier, Wein und Käse. Heute wird die Biotechnologie differenziert in die grüne (landwirtschaftliche Anwendung), blaue (Nahrungsproduktion aus dem Meer), weiße (industrielle Prozesse zur Herstellung von chemischen Produkten oder Lebensmitteln, graue (Abfallwirtschaft) und rote (pharmazeutische und medizinische Anwendungen) Biotechnologie. Die rote oder pharmazeutische Biotechnologie nutzt also den Einsatz von Mikroorganismen, pflanzlichen

---

## Buccaltableten

---

Tableten ►.

---

## Buffing

---

Mechanischer Schleif- oder Poliervorgang (*Schleifen* ►, *Polieren* ►) einer Metalloberfläche (*Oberfläche* ►) mit einer definierten *Körnung* ► des Schleifwerkzeugs.

Beispiel: Buffing 300 oder buffing finish 300 ist ein mechanisches Schleifen mit K 300.

Das erzielte Schleif- bzw. Polierergebnis wird z.B. anhand der ermittelten *Rauheitswerte* ► Ra/Rz beurteilt.

---

## Bulk

---

Größere Mengen von Ausgangsstoffen, Halbfertigprodukten oder nicht konfektionierten Fertigarzneimitteln. Abgeleitet aus dem englischen bulk = Masse (große Menge).

---

## Bulkware

---

Jedes Produkt, das außer der Endverpackung alle Verarbeitungsstufen durchlaufen hat (*EG-GMP-Leitfaden* ►, Glossar).

---

## Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

---

Abk.: BVL

*Bundesoberbehörde* ► im Geschäftsbereich des *Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz* ►.

Das BVL ist zuständig für Schnellwarnsysteme, die Koordinierung einer bundeseinheitlichen Lebensmittelüberwachung und die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln, Tierarzneimitteln und gentechnisch veränderten Organismen. Daneben übernimmt es die Koordination bestimmter Überwachungsaufgaben für Produkte, die mit Lebensmitteln oder dem Körper in Kontakt kommen, sowie Spielwaren, Kosmetika und Tabakwaren; es erteilt Ausnahmegenehmigungen für Versuchszwecke mit Futtermitteln und prüft Anträge auf Zulassung von Futterzusatzstoffen, Bioproteinen und Diätfuttermitteln.

Der *Behörde* ► sind eine europäische und acht nationale Referenzlaboratorien für bestimmte Rückstände und Kontaminationen zugeordnet.

In einem Netzwerk europäischer Behörden engagiert sich das Amt für den grenzüberschreitenden Verbraucherschutz.

---

## Bundesanstalt für Materialforschung

---

Abk. BAM.

Institut für angewandte und theoretische Materialuntersuchungen mit einer speziellen Abteilung für Korrosionsforschung (*Korrosion* ►).

---

## Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte

---

Abk.: BfArM.

*Bundesoberbehörde* ► im Geschäftsbereich des *Bundesministeriums für Gesundheit* ►.

Ziel des BfArM ist die Abwehr von Gesundheitsgefahren durch kontinuierliche Verbesserung von Arzneimitteln, Risikoüberwachung von Medizinprodukten und Überwachung des Betäubungsmittel- und Grundstoffverkehrs.

Die *Behörde* ► ist zuständig für die Zulassung von *Fertigarzneimitteln* ► auf Grundlage des *Arzneimittelgesetzes* ► und die Arzneimittelsicherheit bereits zugelassener *Arzneimittel* ►. Sie erteilt Erlaubnisse zur Teilnahme am legalen Verkehr mit Betäubungsmitteln und Grundstoffen. Vorkommnisse mit zugelassenen *Medizinprodukten* ► müssen dem BfArM gemeldet werden. Dieses erstellt daraufhin eine Risikobewertung und überwacht Korrekturmaßnahmen der Hersteller.

---

## Bundesinstitut für Risikobewertung

---

Abk.: BfR.

Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des *Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz* ►.

Zu den Aufgaben des BfR zählen die Bewertung und das Aufspüren neuer gesundheitlicher Risiken, die Erarbeitung von Empfehlungen und die Kommunikation dieses Prozesses. Daneben hat es den gesetzlichen Auftrag, die Öffentlichkeit über mögliche, identifizierte und bewertete Risiken durch Lebensmittel, Stoffe und Produkte für Verbraucher zu informieren. Zur Erfüllung dieser Aufgaben betreibt das BfR auch eigene Forschung.

teropolare Bindungen). Nebenvalenzbindungen wirken als zwischenmolekulare Kräfte über weite Distanzen. Man unterscheidet *Wasserstoffbrücken* ►, *Dipol-Dipol-Bindungen* ►, *Van-der-Waals-Kräfte* ► u.a.

Bei *Kunststoffen* ► findet man die Hauptvalenzbindungen innerhalb der Makromolekülketten und in den Vernetzungsstellen bei *Duroplasten* ►; die Nebenvalenzbindungen bewirken bei *Thermoplasten* ► den Zusammenbau und den Zusammenhalt der Makromoleküle zum polymeren Festkörper bzw. sind maßgebend für die teilkristalline Ordnung, die mechanische *Festigkeit* ►, *Adsorption* ►, *Löslichkeit* ► und *Quellung* ►.

Bei Metallen bzw. Metalllegierungen, wie z.B. *austenitischen Edstahllegierungen* ►, sind vor allem die energiereichen Metallbindungen von Bedeutung für den Aufbau und den Zusammenhalt der metallischen *Gitterstruktur* ►.

Für Oberflächenkontaminationen von Kunststoffen oder austenitischen Edstahllegierungen sind im Besonderen die Sekundärkräfte wie z.B. *Van-der-Waals-Kräfte* und *Wasserstoffbrücken* verantwortlich.

---

## Chemische Bindungsarten

---

*Chemische Bindungen* ►.

---

## Chemische Eigenschaft

---

Eigenschaft, die das chemische Verhalten eines Stoffes bzw. eines technischen Werkstoffs beschreibt, z.B. hinsichtlich *Wertigkeit* ►, *pH-Wert* ► (in wässrigen Lösungen), *Redox-Potenzial* ►, *Reaktivität*, *Korrosionsverhalten* (*Korrosion* ►) etc.

---

## Chemische Elemente

---

Grundstoffe, die sich chemisch nicht in einfachere Stoffe zerlegen lassen. Die kleinsten Teilchen eines chemischen Elements sind die Atome. Ein chemisches Element enthält ausschließlich Atome derselben Ordnungszahl. Die bis heute bekannten 118 verschiedenen chemischen Elemente sind im Periodensystem der Elemente aufgeführt.

---

## Chemische Energie

---

Energie, die als *Bindungsenergie* ► oder *Bildungsenthalpie* ► in einem Stoff gespeichert ist.

---

## Chemische Resistenz

---

*Chemische Beständigkeit* ►.

---

## Chemisches Beizen

---

Siehe auch: *Beizverfahren* ►.

Kontrollierte *Oberflächenbehandlung* ► von metallischen Bauteilen (*Metalle* ►) mit Säuren bzw. Säuremischungen in Form wässriger Lösungen oder gelartiger Pasten (*Gele* ►) bei unterschiedlichen Temperaturen über verschiedene Kontaktzeiten mit dem Ziel, Oberflächenschichten von 1–3 µm abzutragen und dadurch nachhaltige Reinigungseffekte der Oberflächen zu erzielen.

Die Beizlösung als wässrige Säurelösung oder als gelartige Paste wird dabei auf die Metalloberfläche aufgetragen oder der Metallteil wird in ein Säurebad (mit definierter Temperatur und Tauchzeit) eingetaucht.

Für das chemische Beizen von *austenitischen Edstahllegierungen* ► werden speziell wässrige HF + HNO<sub>3</sub>- oder HF + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Lösungen (oder gelartige Pasten) verwendet. Der Prozess stellt prinzipiell eine kontrollierte Flächenkorrosion dar und wird im Wesentlichen von den Parametern *Säureart*, *Säureverhältnis*, *Konzentration*, *Temperatur*, *Tauchzeit* und *Metallgehalt* ► der Beizlösung beeinflusst.

Beim Beizprozess wird die Passivschicht der Edstahl­oberfläche aufgelöst und die Metall­legierung durch lokale Dipolbildung (*Dipol* ►) am *Korn* ► (*Korn­grenze* ► = *Anode* ►, *Korn* = *Kathode* ►) Metallatom für Metallatom in Lösung gebracht.

Eine exakte Prozesskontrolle stellt sicher, dass v. a. metallische und oxidische Oberflächenverunreinigungen (etwa Ferritkontaminationen oder eisenoxidische *Anlauffarben* ►) entfernt werden, wobei ca. 1 bis 3 µm Legierungsmaterial mit abgetragen wird.

Höhere Beizabträge (*Abtrag* ►) (längere Zeit u. v. a. höhere Beiztemperatur) verursachen durch zu erwartende Korngrenzenangriffe (*Interkristalline Korrosion* ►) nachhaltige Materialschädigungen (*Überbeizung* ►).

Sinnvollerweise sollten Beizarbeiten nur mit Fachprodukten (chemische Beizmittel) durch Fachpersonal/Fachfirmen durchgeführt werden. Beizarbeiten sind gemäß der verwendeten Parameter zu dokumentieren.

Die beim chemischen Beizen anfallenden Spülwässer enthalten Säuren und Metallfrachten und müssen einer gesonderten Abwasserentsorgung

der Anlaufpunkt der positiv geladenen Kationen; die Anode der der negativ geladenen Anionen.

Die Unterscheidung Anode/Kathode als elektrischer *Dipol* ► kennt man auch in einer *galvanischen Zelle* ► ohne äußere elektrische Spannung. Bei entsprechender Schaltung von zwei verschiedenen *Metallen* ► in einem Elektrolyten ergibt sich nach der elektrochemischen *Spannungsreihe* ► der *edle* ► Bereich als Kathode und der *unedle* ► als die sich auflösende Anode.

Hinsichtlich *austenitischer Edelstahllegierungen* ► ist in einem benetzenden Elektrolyten etwa die *Korngrenze* ► die Anode und das *Korn* ► die Kathode. Die überwiegende Mehrzahl der verschiedenen Korrosionsmechanismen (*Korrosion* ►) bei Metallen und auch bei austenitischen Edelstahllegierungen verlaufen nach dem Anoden/Kathoden-System.

2. Beim *Elektroschweißen* ► elektrisches Polelement am Schweißgerät, von dem aus der Lichtbogen zum Bauteil führt.

---

## Elektrodenpotenzial

---

Elektrischer Spannungszustand an einer *Elektrode* ►, z.B. in einer *galvanischen Zelle* ►, wobei die Spannung mit einer *Bezugselektrode* ► bestimmt wird.

---

## Elektrodenreaktion

---

Elektrochemische Umsetzungen an einer *Elektrode* ► (*Anode* ► und *Kathode* ►), z.B. in einer *galvanischen Zelle* ► unter Beachtung des elektrischen Potenzials (*Spannung* ►), des Ladungsaustauschs (Stromfluss), der chemischen Reaktionen und gegebenenfalls der zu beachtenden Gasentwicklungen.

Beispiel: *Elektrochemisches Polieren* ►.

---

## Elektroionisation

---

Durch elektrische Wirkung/*Spannung* ► verursachte Ionisierung von Stoffen wie z.B. *Elektrolyse* ►.

---

## Elektrolyse

---

Elektrochemische Zersetzung (Zerlegung) einer als *Elektrolyt* ► vorliegenden *chemischen Verbindun-*

*gung* ► durch elektrischen Gleichstrom, der zwischen *Anode* ► (Oxidation) und *Kathode* ► (Reduktion) durch den Elektrolyten fließt, unter gleichzeitiger Entladung der dabei auftretenden Ionen des Elektrolyten an der Anode bzw. Kathode durch Elektronenübernahme (Kationen, Kathode) bzw. Elektronenabgabe (Anionen, Anode).

Beispielhafte Anwendungen sind die *Galvanik* ►, das *elektrochemische Polieren* ►, die elektrolytische Wasserzerlegung in Wasserstoff und Sauerstoff im Hofmannschen Apparat oder die *Schmelzflusselektrolyse* ► bei der Gewinnung von *Aluminium* ► aus Bauxit.

Durch die angelegte elektrische Gleichspannung zwischen den Elektroden fließen die positiv geladenen Ionen (Kationen) zur Kathode und die negativ geladenen Ionen (Anionen) zur Anode. Bei Erhöhung der angelegten Spannung wird die Reaktion (und auch der Stromfluss) heftiger. Nach Ladungsabgabe der Anionen werden die Atome an der Anode abgeschieden bzw. gehen Sekundärreaktionen ein. Die Beziehung zwischen der Masse der galvanisch umgesetzten Stoffe und der verbrauchten Strommenge beschreibt das *Faradaysche Gesetz* ►.

---

## Elektrolyt

---

Chemischer Stoff, der in wässriger Lösung dissoziiert (*Dissoziation* ►) – also frei bewegliche Ionen bildet – und damit im elektrischen Feld zwischen *Anode* ► und *Kathode* ► Strom-/bzw. Ladungstransport erlaubt. Die Ionen wandern beim Anlegen einer elektrischen Spannung in die jeweilige Richtung – positiv geladene Kationen zur Kathode und negativ geladene Anionen zur Anode.

Starke Elektrolyte sind starke Säuren ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ ) und starke Laugen ( $NaOH$ ,  $KOH$ ). Schwache Elektrolyte sind gering dissoziierte wässrige Lösungen von Salzen, Säuren (speziell organische Säuren) und Laugen bzw. Wasser.

---

## Elektrolytisches Beizen

---

*Elektrochemisches Beizen* ►.

---

## Elektrolytisches Polieren

---

*Elektrochemisches Polieren* ►.

Sondergläser sind UV-strahlungsdurchlässige Gläser, Laborgläser, Jenaer Gläser (für Temperaturbelastung bis 800°C), optische Gläser und Sicherheitsgläser.

Quarzgläser zeichnen sich durch eine besonders hohe Gebrauchstemperatur (bis 1.200°C) aus.

## Glasfaser

Siehe auch: *Glasfasermatte* ►, *Glasfaserverstärkte* ► *Kunststoffe* ►.

Aus *Gläsern* ► hergestelltes Faserelement mit einem Durchmesser von ca. 0,1 bis 0,5 mm und einer Länge von 5 bis 50 mm. Glasfasern werden u.a. zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit von Bauteilen aus *Kunststoff* ► eingesetzt. Dazu werden sie mit der jeweiligen Kunststoffschmelze bei der Verarbeitung (z.B. Spritzguss [*Spritzgießen* ►]) vermischt.

## Glasfasermatte

Aus *Glasfasern* ► mit einem Durchmesser von 0,1 bis 0,5 mm und einer Länge von 100 bis 1.000 mm hergestellte mehrlagige Matte.

Glasfasermatten werden bei der Verarbeitung von Polyesterharz (*Polyester* ►) im Handauflegeverfahren so verarbeitet, dass ein *Verbundwerkstoff* ► entsteht und die Glasmatten dabei die mechanische Festigkeit des Polyesterwerkstoffs deutlich erhöhen.

## Glasfaserverstärkte Kunststoffe

Abk.: GFK.

Auch: Glasfaserverstärkte Polymere.

Kunststoffe, denen zur Verbesserung der mechanischen Festigkeitseigenschaften Glasfasern (z.B. in Mattenform) beigegeben bzw. bei der Formgebung des Kunststoffteiles entsprechend mitverarbeitet werden.

## Glasfaserverstärkte Polymere

*Glasfaserverstärkte Kunststoffe* ►.

## Glasperlenstrahlen

Oberflächenbehandlungsmethode zur Erzeugung visuell gleichmäßiger Oberflächen von Bauteilen aus *Metallen* ► und *Legierungen* ►. Als Strahlmittel wird Glasmehl verwendet (*Gläser* ►).

## Glaspunkt

Auch: Glastemperatur.

Extrapolierter Knickpunkt der Volumen-Temperaturkurve bei der kontrollierten Erwärmung eines Polymerwerkstoffes.

*Polymerwerkstoffe* ► mit vornehmlich ungeordneter *amorpher* ► Struktur sind physikalisch als unterkühlte Flüssigkeiten (Schmelzen) zu betrachten, wobei die Struktur des Makromolekülverbands (*Makromolekül* ►) bei Normaltemperatur auch als glasig spröde zu bezeichnen ist. Die Kohäsionskräfte zwischen den Makromolekülen sind typische Sekundärbindungskräfte (*Chemische Bindungen* ►) und verursachen aufgrund der Sperrigkeit der Molekülgebilde (Unbeweglichkeit) entsprechende Härte und Sprödigkeit des Werkstoffs. Beim Erwärmen der Substanzen erreicht man zunächst einen ersten *Einfrierbereich* ► (Umwandlungsbereich 2. Ordnung), indem die zwischenmolekularen Kräfte durch Wärmebewegung teilweise überwunden werden.

Dieser Vorgang der zunehmenden Auftauung der ungeordneten Kettensegmente erfolgt beim Glaspunkt, wobei die Molekülketten zwar noch aneinander verankert sind, aber bereits eine Mikrobrownsche Bewegung um die noch bestehenden Haftpunkte erlauben.

Das typische Beispiel für den Glaspunkt zeigt PVC bei ca. 60–65°C, wobei eine erhebliche mechanische Festigkeitsreduktion eintritt, ohne dass das PVC dadurch schon warmformbar wäre. Eine schmelztechnische Verarbeitung von PVC (z.B. *Spritzgießen* ►, *Extrudieren* ►) ergibt sich erst deutlich oberhalb 100°C.

Bei amorphen Polymeren (*Thermoplasten* ►) liegen die Glastemperaturen eindeutig fest und sind Grenztemperaturen für die Werkstoffnutzung hinsichtlich der mechanischen Festigkeit (Tab. G 3).

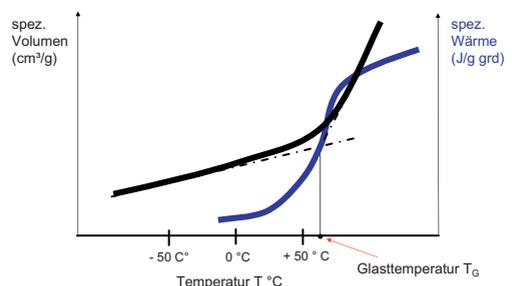


Abb. G 11: Darstellung des Glaspunktes  $T_G$  als Knickpunkt der Volumen-Temperatur-Kurve eines Thermoplasten. (Quelle: G. Henkel)

Tab. G 3: Beispiele für Glastemperaturbereiche bzw. Glastemperaturpunkte von amorphen und teilkristallinen Kunststoffen. (Abk.: siehe *Nomenklatur von Kunststoffen* ▶). (Quelle: K. Biederbick, *Kunststoffe*, Vogel Verlag, Würzburg, 1970)

Amorphe Thermoplaste (Temperaturbereiche):	
Stoff	Glastemperatur
PVC	60–65 °C
PS	80–88 °C
Teilkristalline Thermoplaste (relativ ausgeprägte Temperaturpunkte):	
Stoff	Glastemperatur
PE	120 °C
PP	140 °C
PTFE	230 °C
PA6.6	180 °C
PC	170 °C

## Glastemperatur

*Glaspunkt* ▶.

## Glaszustand

Siehe auch: *Glaspunkt* ▶.

Bei *amorphen* ▶ *Polymerwerkstoffen* ▶ der glasig amorphe bzw. hartelastisch spröde Zustand bei Gebrauchstemperatur unterhalb des *Glaspunkts* ▶. Im glasig amorphen Zustand liegen die Makromoleküle völlig ungeordnet (wie in einer Flüssigkeit) vor.

## Gleichgewichtsphase

Begriff aus der Legierungstechnik (*Legierung* ▶) zur Beschreibung des thermodynamischen (*Thermodynamik* ▶) Gleichgewichtszustands einer Gefügephase (*Gefüge* ▶), z.B. in Abhängigkeit von der Temperatur bzw. vom *Umformgrad* ▶ einer (spanlosen) Umformung des betreffenden Bauteils. Beispiel: Entstehung von Deltaferrit-/Martensitphasen (*Deltaferrit* ▶, *Martensit* ▶) bei der spanlosen Umformung von Bauteilen aus *austenitischen Edeldahllegierungen* ▶ wie z.B. 1.4404, 1.4571.

## Gleichgewichtspotenzial

Formelzeichen:  $U_G = U_R$ , Einheit: mV.

In einer *Stromdichtepotenzialkurve* ▶ das elektrische Potenzial zwischen Bauteil und elektroly-

tischer Lösung, bei dem ein dynamisches Gleichgewicht zwischen Ionenlösung und Rekombination besteht, also kein Stoffumsatz bzw. keine *Korrosion* ▶ stattfindet und der Summenwert des Stromflusses gleich null ist.

## Gleichmaßdehnung

Siehe auch: *Zugversuch* ▶.

Dehnungsvorgang an einem Bauteil aufgrund von außen aufgebrachtener Kräfte (mechanischer Spannungen [*Mechanischer Spannungszustand* ▶]), wobei die *Dehnung* ▶ über die ganze Länge des Bauteils gleich ist.

Bei Überschreiten der elastischen Dehnung (*Elastisch* ▶) und bei Beginn der kaltplastischen Verformung (*Kaltplastisches Umformen* ▶) tritt anstelle der Gleichmaßdehnung eine *Einschnürdehnung* ▶ ein.

## Gleichspannung

Elektrische Stromart, bei der die beiden Pole Plus (*Anode* ▶) und Minus (*Kathode* ▶) – im Gegensatz zur *Wechselspannung* ▶ – zeitlich unverändert sind. *Gleichstrom* ▶ (Gleichspannung) wird i.Allg. mittels eines Gleichrichters aus *Wechselstrom* ▶ (Wechselspannung) erzeugt.

## Gleichstrom

Elektrischer Stromfluss in einem elektrischen Leiter aufgrund einer anliegenden Gleichspannung.

## Gleichstromwiderstand

Siehe auch: *Ohmsches Gesetz* ▶.

Im elektrischen Gleichstromkreis kennt man als Widerstand nur den Ohmschen Widerstand, welcher bei Stromdurchfluss Wärme erzeugt, wobei elektrische *Energie* ▶ in Wärmeenergie umgewandelt wird.

## Gleitmittel

Substanz, die *Kunststoffen* ▶ zur Herabsetzung der Klebrigkeit und Zähigkeit (*Viskosität* ▶) bei der technischen Verarbeitung (z.B. *Kalandrieren* ▶) beigemischt wird und das Fließen und Vermischen beschleunigt bzw. die Oberflächenglätte verbessert. Als Gleitmittel eignen sich mit dem Kunststoff verträgliche Substanzen, wie z.B. hö-