

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТАМБОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

КНИГА ДЛЯ ЧТЕНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Тамбов
Издательство ТГТУ
2002

ББК Ш13(нем) я 73
Н50

Рецензент
Кандидат соц. наук
В. В. Захаров

H50 Немецкий язык: Книга для чтения для студентов инженерно-технических специальностей / Е. К. Теплякова, О. В. Обрядина. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. 44 с.

Книга содержит обширный материал, представленный в виде набора общетехнических текстов, предназначенных для чтения и перевода студентами инженерно-технических специальностей.

Целью данной книги является оказание помощи студентам в накоплении технических терминов, развитии их познавательных способностей и совершенствовании навыков в области чтения и перевода технических текстов.

Предназначена для студентов 1 и 2 курсов заочной и очной форм обучения общетехнических специальностей.

ББК Ш13(нем) я 73

© Теплякова Е. К., Обрядина О. В., 2002

© Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2002

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

НЕМЕЦКИЙ ЯЗЫК

КНИГА ДЛЯ ЧТЕНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Авторы-составители: ТЕПЛЯКОВА Елена Константиновна,
ОБРЯДИНА Оксана Владимировна

Редактор М. А. Евсейчева
Компьютерное макетирование Т. А. Сынковой

ЛР № 020851 от 13.01.99 П_лр № 020079 от 28.04.97

Подписано в печать 11.03.2002
Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Объем: 2,56 усл. печ. л.; 2,5 уч.-изд. л.
Тираж 200 экз. С. 168^М

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета,
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

GEWICHT UND MASSE

In der Umgangssprache wird oft statt des Wortes "Masse" das Wort "Gewicht" benutzt, und umgekehrt. Das ist falsch, denn Gewicht und Masse sind zwei verschiedene physikalische Größen. Sie charakterisieren zwei verschiedene Eigenschaften eines Körpers.

Jeder Körper wird von der Erde angezogen. Man sagt: Jeder Körper ist schwer. Als Maß für die Schwere benutzt man die zum Erdmittelpunkt gerichtete Kraft, mit der der Körper auf seine Unterlage drückt. Diese Kraft nennt man das Gewicht des Körpers. Das Gewicht ist ortsabhängig, weil der Körper an verschiedenen Orten nicht mit der gleichen Kraft von der Erde angezogen wird.

Da das Gewicht eine Kraft ist, so wird es mit dem Dynamometer gemessen, und als Maßeinheit benutzt man das Newton und das Kilopond.

Außer seiner Schwere hat jeder Körper noch eine andere Eigenschaft, die Trägheit. Beschleunigt man einen Körper, so setzt er der Änderung seines Bewegungszustandes einen Widerstand entgegen. Der Körper will in seinem ursprünglichen Bewegungszustand bleiben. Das Maß für die Trägheit eines Körpers heißt Masse. Sie ist ortsunabhängige Größe. Die Messung von Massen ist ein Vergleich einer unbekannt Masse mit bekannten Stücken eines "Gewichtssatzes". Einen Massenvergleich führt man mit einer Hebelwaage durch. In eine der beiden Waageschalen wird die unbekannt Masse gelegt. Mit Hilfe einiger Stücke des Gewichtssatzes, die man in die andere Waagschale legt, bringt man den Waagebalken ins Gleichgewicht. Steht der Zeiger der Wage genau über der Nullmarke der Skala, so befinden sich in beiden Waagschalen gleiche Massen, denn am gleichen Ort haben Körper mit gleichen Massen auch gleiches Gewicht.

DIE TEMPERATUR

Berührt man ein Stück Eis, so empfindet man, daß es kalt ist. Berührt man einen Stein, der längere Zeit in der Sonne lag, so stellt man fest: Der Stein ist warm. Siedendes Wasser wird als heiß empfunden.

Einen Körper empfindet man als kalt, warm oder heiß. Jeder Körper befindet sich in einem bestimmten Wärmezustand. Das Maß für diesen Wärmezustand nennt man die Temperatur des Körpers. Zur Temperaturmessung benutzt man verschiedene physikalische Vorgänge.

Wenn man einen Körper erwärmt oder abkühlt, so ändern sich mechanischen, elektrischen und optischen Eigenschaften: z.B. dehnt sich jeder Körper bei Erwärmung aus, und bei Abkühlung zieht er sich zusammen. Auf diesem Vorgang beruht die Temperaturmessung mit dem Quecksilberthermometer.

DAS QUECKSILBERTHERMOMETER

Das Quecksilberthermometer besteht aus einem kleinen kugelförmigen Glasgefäß, das mit einem engen Glasrohr verbunden ist. Das Glasrohr ist oben geschlossen. Das Gefäß und ein Teil des Glasrohres sind mit Quecksilber gefüllt. Der andere Teil des Glasrohres ist luftleer. Am Glasrohr ist eine Skala angebracht.

Wenn man das Glasgefäß erwärmt, so dehnt sich das Quecksilber und das Glas aus. Da die Ausdehnung des Quecksilbers stärker als die Ausdehnung des Glases ist, steigt der Quecksilberspiegel im Glasrohr. Wird das Glasgefäß abgekühlt, so zieht sich das Quecksilber stärker zusammen als das Glas. Der Quecksilberspiegel im Glasrohr fällt.

Bringt man die Glaskugel eines Quecksilberthermometers in ein Gefäß mit Wasser, so gleichen sich die Temperaturen zwischen dem Wasser und dem Thermometer aus. Der Quecksilberspiegel im Glasrohr steigt oder fällt bis zu einer bestimmten Höhe, die der Wassertemperatur entspricht. Um die verschiedene Höhe der Quecksilbersäule zu bestimmen, braucht man am Thermometer eine Skala. Um die beiden Fundamentalpunkte der Skala zu erhalten, bringt man das Thermometer zuerst in schmelzendes Eis und dann in siedendes Wasser.

Teilt man den Abstand zwischen den Fundamentpunkten in 100 gleiche Teile, so erhält man die Temperaturskala nach Celsius. Die Temperatur, die einem Skalenteil entspricht, heißt ein Celsiusgrad ($1\text{ }^{\circ}\text{C}$). In einigen Ländern benutzt man die Temperaturskala nach Fahrenheit oder nach Reaumur. In der Physik verwendet man sehr oft die Temperaturskala nach Kelvin, die man auch absolute Temperaturskala nennt. Sie besitzt die gleiche Teilung wie die Temperaturskala nach Celsius, aber der Nullpunkt der Kelvinskala liegt bei $-273,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Der Nullpunkt der Kelvinskala wird absoluter Nullpunkt genannt.

ENERGIE DER SONNE

Dank der modernen Atomphysik wissen wir heute, wie es möglich ist, daß die Sonne Jahrmilliarden hindurch unvermindert strahlt und unsere Erde erwärmt. Früher nahm man an, daß die Wärmestrahlung der Sonne aus Verbrennungsvorgängen stammt. Das stimmt aber nicht. Die Sonnenenergie hat andere Quellen. Die Sonne gewinnt die ungeheure Energie, die sie ins Weltall ausstrahlt, aus der Synthese von Heliumatomen aus Wasserstoffkernen. Dabei wird pro Sekunde eine Energie von 10000 Quintillionen (10^{34}) Kilowattstunden ausgestrahlt.

Der Wasserstoffvorrat der Sonne reicht aus, um noch einige Dutzend Milliarden Jahre die Erde mit der notwendigen Wärme zu versorgen.

ÄNDERUNG DER AGGREGATZUSTÄNDE

Man unterscheidet feste, flüssige und gasförmige Stoffe. Fest, flüssig und gasförmig sind Aggregatzustände. Es gibt Stoffe, deren Aggregatzustand man ändern kann, und Stoffe, bei denen die Änderungen der Aggregatzustände nicht möglich sind. Bei Zimmertemperatur sind z. B. Holz und Blei fest. Erwärmt man diese Stoffe, so wird das Holz bei einer bestimmten Temperatur chemisch zersetzt. Das Blei dagegen wird bei $327,3^{\circ}\text{C}$ flüssig. Diesen Vorgang nennt man Schmelzen. Kühlt man flüssiges Blei ab, so wird es bei $-327,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ fest. Dieser Vorgang heißt Erstarren. Die Temperatur, bei der festes Blei schmilzt oder flüssiges Blei erstarrt,

nennt man den Schmelzpunkt oder den Erstarrungspunkt des Bleis. Einige keramische Stoffe und Glasarten haben keine genauen Schmelz- und Erstarrungspunkte. Solche Stoffe werden beim Erwärmen langsam weich und gehen allmählich in den flüssigen Aggregatzustand über.

Das Erstarren des Wassers nennt man das Gefrieren, der Erstarrungspunkt des Wassers heißt deshalb Gefrierpunkt.

Einige feste Stoffe schmelzen nicht, sondern sie gehen bei Erwärmung direkt in den gasförmigen Aggregatzustand über. Ein Beispiel dafür ist das Jod. Man sagt, daß diese Stoffe sublimieren.

VERFLÜSSIGUNG VON GASEN

Will man ein Gas in den flüssigen Aggregatzustand bringen, so muß man es stark abkühlen und gleichzeitig den Gasdruck erhöhen. Für jedes Gas existiert eine charakteristische Temperatur, die man die kritische Temperatur dieses Gases nennt. Ist diese Temperatur erreicht, so findet die Verflüssigung bei einem bestimmten Druck statt. Auch dieser Druck ist für jedes Gas eine charakteristische Konstante. Er heißt der kritische Druck des betreffenden Gases. Für Sauerstoff ist z. B. die kritische Temperatur $t_k = -118,8 \text{ °C}$ und der kritische Druck $P_k = 51 \text{ at}$ (Atmosphären). Oberhalb seiner kritischen Temperatur kann ein Gas nicht verflüssigt werden.

Jedes verflüssigte Gas kann man durch Entziehen von Wärme auch in den festen Aggregatzustand bringen. Man sagt: Das Gas wird ausgefroren.

TROCKENEIS

Trockeneis ist festes Kohlendioxyd. Es ist ganz ausgeschlossen, ein größeres Stück Trockeneis nur einige Sekunden in der Hand zu halten. Eine starke Kälte des Trockeneises wirkt schmerzhaft und kann Schaden wie bei einer Verbrennung ergeben. Aber ein kleines Stück, etwa von Erbsengröße, kann man auf die innere Handfläche werfen. Passieren kann dabei nichts, weil das Trockeneis unter dem Einfluß der Handwärme sofort zu einem Teil verdampft. Es bildet sich gasförmiges Kohlendioxyd, das zwischen der Haut und dem Trockeneisstück liegt. Diese Gasschicht schützt als schlechter Wärmeleiter die Haut vor schädlichen Einflüssen der starken Kälte.

Trockeneis hat an freien Luft eine Temperatur von -79 °C . Beim Erwärmen schmilzt Trockeneis nicht, sondern es geht aus der festen Form unmittelbar in den gasförmigen Zustand über. Man sagt: Es "sublimiert". Wenn wir Trockeneis in einer offenen Porzellanschale stehenlassen, so wird es langsam weniger und weniger und ist schließlich ganz verschwunden. Eine leere, völlig trockene Schale bleibt zurück.

Gegenüber dem Kristalleis hat Trockeneis den Vorzug der größeren Kälte und daß bei Erwärmung kein Schmelzwasser entsteht.

ELEKTRISCHER STROM

Der elektrische Strom ist eine Bewegung von Elektronen durch einen Leiter. Der elektrische Strom kann nur dann fließen, wenn ein geschlossener Stromkreis vorhanden ist. Dieser besteht aus einer Spannungsquelle ("Stromerzeuger"), einem Leiter, meist einem Draht, durch den die Elektronen sich bewegen können, und einem "Stromverbraucher", dem Gerät, das durch den Strom betrieben werden soll.

Fließt ein Strom dauernd in gleicher Richtung, so ist es ein Gleichstrom. Wechselt sich periodisch die Stromrichtung und die Stromstärke, so ist es ein Wechselstrom. Gleichströme werden durch galvanische Elemente, Akkumulatoren, Thermoelemente oder Gleichstromgeneratoren erzeugt. Der von den Kraftwerken für allgemeine Elektrizitätsversorgung gelieferte Strom ist ein Wechselstrom; er wird durch Wechselstromgeneratoren erzeugt.

SCHALTUNG

Will man eine Glühlampe, ein Rundfunkgerät und ein Bügeleisen an dieselbe Steckdose anschließen, so muß man diese drei Verbraucher parallel zueinander schalten, denn an die Verbraucher muß gleichgroße elektrische Spannung angelegt werden. Das ist eine Parallelschaltung. Die Parallelschaltung mehrerer elektrischer Widerstände aus einer Spannungsquelle nennt man einen verzweigten Stromkreis, weil sich der von der Spannungsquelle kommende elektrische Strom in mehrere Teilströme verzweigt.

In einem verzweigten Stromkreis ist die Summe aller Zweigstromstärken gleich der Gesamtstromstärke

$$I_1 + I_2 + I_3 = I.$$

Diese Beziehung heißt die erste Kirchhoffsche Regel.

Schließt man eine Glühlampe, die für eine elektrische Spannung von 20 V gebaut ist, an eine Steckdose des Lichtnetzes (220 V) an, so schmilzt der Glühfaden der Lampe durch. Schaltet man dagegen elf Glühfaden hintereinander und verbindet diese Schaltung mit der Steckdose des Lichtnetzes zu einem unverzweigten Stromkreis, so brennen die Glühfäden der Lampe nicht durch, denn an jedem der elf Widerstände fällt eine elektrische Spannung von 20 V ab.

Hier ist der Gesamtwiderstand gleich der Summe der einzelnen Widerstände ($R = R^1 + R^2 + R^3$). Solch eine Schaltung heißt Reihenschaltung.

GLÜHLAMPE

Mit jedem elektrischen Strom ist eine Wärmeentwicklung verknüpft, die vielseitige Anwendung findet.

In der Glühlampe wird elektrische Energie in Wärme und Strahlungsenergie (Licht) umgewandelt. Die von der Lampe nach außen abgegebene Wärmeenergie ist unerwünscht und unwirtschaftlich. Der Anteil der Lichtenergie wird um so größer, je höher die Temperatur des Glühfadens ist. Aus diesem Grunde wird der Glühdraht aus schwer schmelzbaren Metallen wie Wolfram, Osmium und Tantal hergestellt.

Je höher die Glühtemperatur, um so größer ist die Lichtausbeute. Um ein Verbrennen des weißglühenden Drahtes zu vermeiden, muß die Glühlampe entweder luftleer gemacht oder mit einem Gas gefüllt werden, in dem eine Verbrennung oder chemische Zerstörung des Metallfadens nicht stattfinden kann. Zum Füllen der Glühlampe wird meist Stickstoff verwendet. Diese Gasfüllung der

Lampe hat zugleich den Vorteil, daß die Verdampfung des glühenden Metallfadens durch den Gasdruck stark gemindert wird. Andererseits wird durch Gasfüllung die Wärmeableitung vergrößert. Durch Wickelung des Glühfadens in Form einer Wendel oder Doppelwendel (D-Lampe) wird die Wärmeableitung herabgesetzt.

Die meist verwendeten Glühlampen haben einen Energieverbrauch von 15, 25, 40, 60, 75 und 100 Watt. Es werden aber für besondere Zwecke auch Lampen bis zu 50 000 Watt hergestellt.

REPARATUR AM FAHRDRAHT

Auf der Brücke des Reparaturwagens der Straßenbahn stehen zwei Arbeiter und reparieren eine schadhafte Stelle an der Oberleitung. Unbesorgt arbeiten sie am Fahrdraht, greifen ihn mit der bloßen Hand an und ziehen mit dem Schraubenschlüssel eine Mutter fest. Wie ist das möglich? Der Fahrdraht führt doch eine elektrische Spannung von 500 bis 600 V, und das Berühren einer solchen Spannung ist doch mit Lebensgefahr verbunden!

Einen elektrischen Schlag können wir nur dann erhalten, wenn wir entweder mit beiden Polen einer elektrischen Leitung in Berührung kommen oder wenn wir nur einen Pol berühren, andererseits aber irgendwie leitend mit der Erde verbunden sind. Deshalb, wenn der stromführende Fahrdraht durch irgendwelche Umstände gerissen ist und fast bis auf die Straße herabhängt, so darf ihn niemand berühren.

Das Dach des Reparaturwagens besteht aus Holz und ist gegenüber dem Erdboden gut isoliert. Trockenes Holz ist kein elektrischer Leiter. Das Dach des Wagens und damit auch der auf ihm stehende Arbeiter ist nicht leitend mit dem Erdboden verbunden. Wenn der Arbeiter den Fahrdraht anfaßt, fließt also vom Fahrdraht über seine Hand und seinen Körper kein Strom, der ihn gefährden konnte.

Ganz ausgeschlossen ist es, eine solche Arbeit bei Regenwetter auszuführen, denn Wasser leitet den Strom. Das nasse Holz des Wagendaches, auf dem der Arbeiter steht, und die nassen hölzernen Wagenwände werden eine leitende Verbindung zum Erdboden herstellen.

DIE ENERGIE IN DER NATUR

Die Energie ist die einem Körper oder System innenwohnende Fähigkeit, Arbeit zu leisten. Es gibt z.B. mechanische Energie, Schallenergie, Wärmeenergie, chemische, elektrische und magnetische Energie. Das sind verschiedene Energieformen, die ineinander umgewandelt werden können. Die Wärme ist also eine Energieform und kann aus diesem Grunde nach dem Gesetz der Erhaltung der Energie nur durch Umformung aus einer anderen Energieform gewonnen werden. Den Begriff Energie können wir so formulieren: "Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten, d.h. Kräfte den Wegen entlang zu überwinden. Diese mögliche Arbeitsvollbringung ist die sinnvollste Äußerung der Energie. Sie kann aber an Stelle dessen auch Wärme erzeugen, elektrische Ströme fließen lassen, elektromagnetische Wellen schaffen usw. Alle Naturgeschehen sind Umformungen einer Energieform in die andere, wobei die Gesamtmenge der einzelnen Energien eines abgeschlossenen Systems konstant bleibt."

Wir müssen also den Unterschied zwischen Energie und Arbeit beachten. Beide werden in den gleichen Einheiten gemessen, sind aber doch verschiedene Begriffe. Wird z.B. ein Gewicht von 10 kg 2 m hoch gehoben, dann ist hierzu eine Arbeit von $10 \cdot 2 = 20$ kgm erforderlich. Durch diese Arbeit, die von irgendeiner anderen Energiequelle geleistet wird, wird jetzt die "potentielle Energie" im gehobenen Körper aufgespeichert. Sie kann wieder als mechanische Arbeit zum Vorschein kommen, wenn das Gewicht die 2 m wieder herabfällt. Es ist aber nicht Bedingung, daß es beim Fallen Arbeit leistet. Solange er frei fällt, ohne Arbeit zu leisten, wird die vorher aufgespeicherte potentielle Energie in Bewegungsenergie oder kinetische Energie umgewandelt. Erst wenn diese z.B. beim Bremsen in mechanische Arbeit oder Wärme umgewandelt wird, wird Arbeit geleistet.

ELEKTRISCHE BELEUCHTUNG

Eine große Verbreitung hat der elektrische Strom in der elektrischen Beleuchtung gefunden. Die Wärmewirkung des Stromes wird für die Herstellung von elektrischen Lampen ausgenutzt. Man unterscheidet Glühlampe und Bogenlampe.

Glühlampen. Das Prinzip der Glühlampe ist bekannt. Durch den elektrischen Strom wird ein stromleitender Faden oder Draht bis zur hellen Weißglut gebracht, wodurch er Licht ausstrahlt. Das Material des Fadens muß so beschaffen sein, daß es durch die helle Weißglut seine Festigkeit nicht verliert. Zuerst wurde hierfür ein aus Bambusfasern hergestellter Kohlenfaden verwendet, der in einer oder zwei Windungen in ein luftleer gepumptes Glasgefäß eingeschlossen war. Durch das Fehlen des Sauerstoffs wurde ein Verbrennen des Kohlenfadens vermieden und das hohe Vakuum verhinderte auch, daß die im Draht erzeugte Wärme durch Wärmeleitung an die Gefäßwand und von hier an die Umgebung abgeleitet wurde.

Bogenlampen. Beim Stromdurchgang durch zwei sich berührende Leiter entsteht am Berührungspunkt ein großer elektrischer Widerstand. Hier findet auch bei einem Stromdurchgang die größte Wärmeentwicklung statt und herrscht auch eine hohe Temperatur. Diese Erscheinung wurde in der Bogenlampe ausgenutzt. Als Stromleiter (Elektroden) wurden zwei Kohlenstäbchen genommen, zwischen denen sich ein Lichtbogen bildete. Die Bezeichnung Lichtbogen stammt daher, daß bei den ersten Versuchen die beiden Kohlenstücke horizontal lagen und die stark erhitzten Kohlegase nach oben strömten, so daß die glühende Gassäule schließlich einen nach oben gewölbten Bogen bildete. Stehen die beiden Kohle senkrecht, dann erhält man eine gerade Gassäule. Die später entwickelten Bogenlampen haben einander gegenüberliegende Kohlenspitzen, die durch eine automatisch arbeitende Reguliervorrichtung nachgeschoben werden. Sie sind früher viel verwendet worden und sind heute noch in Scheinwerfern zu finden. In der letzten Zeit aber werden sie trotz ihrer hohen Lichtausbeute von 20 – 30 lm/W durch entsprechend starke Metallfadenlampen ersetzt, die weniger Wartung brauchen. Neuerdings werden die sog. Lumineszenzstrahler verwendet, die auch eine hohe Lichtausbeute geben.

ELEKTRISCHE HEIZUNG

Die für die Heizzwecke nutzbar gemachte Wärmeentwicklung des elektrischen Stromes ist bei den wohlbekannten Kochgeräten, der Raumheizung und bei den Industrieöfen zu finden. Der durch den Strom erwärmte Heizkörper muß bei der hohen Temperatur beständig sein und darf nicht vom Sauerstoff der Luft oder von den bei der Heizung entstehenden Dämpfen oder Gasen angegriffen werden.

Als metallische Heizleiter benutzt man Legierungen von Nickel, Chrom, Kupfer, Mangan, Aluminium und Eisen. Die Zusammensetzung richtet sich nach der Betriebstemperatur. Mit Rücksicht auf eine genügend lange Lebensdauer ist für die Legierung eine bestimmte Höchsttemperatur festgestellt, die man als Grenztemperatur bezeichnet. Für Temperaturen über

1300 °C werden nicht mehr metallische Widerstände, sondern hauptsächlich Siliziumverbindungen verwendet, besonders die Siliziumkarbide, das sind Silizium-Kohlenstoffverbindungen mit verschiedenem Kohlenstoffgehalt. Die bekannteste Verbindung ist das Karborundum, das sich durch besondere Härte auszeichnet. Für Heizwiderstände wird aber besonders das Silit und Silundum benutzt, das sind Kohlenmassen, die bis zu einer gewissen Tiefe in Karborundum verwandelt sind.

In gewissen Fällen wird der Strom direkt durch das zu erwärmende Gut geschickt, das dann zugleich das Widerstandsmaterial ist. Beim elektrischen Dampfkessel niedriger Leistung wird dadurch z.B. das Wasser erwärmt. Hierbei ist aber zu beachten, daß nur Wechselstrom von entsprechend hoher Frequenz (einige 100 Hz) verwendet werden kann, da Gleichstrom oder Wechselstrom kleiner Frequenz (50 Hz) durch elektrolytische Wirkung das gefährliche Knallgas erzeugt. Schließlich seien noch elektrische Öfen erwähnt, in denen neben den Wärmewirkungen auch noch die chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes zur Abscheidung von Metallen aus ihren geschmolzenen Erzen ausgenutzt werden (Elektrometallurgie). Hierfür kommt natürlich nur Gleichstrom in Frage. Derartige Öfen dienen zur Gewinnung von Kalium, Natrium und besonders von Aluminium und Magnesium.

DIE WIRBELSTRÖME

Neben den Hysteresisverlusten kann in Metallkörpern, die sich in einem Magnetfeld bewegen oder in einem magnetischen Wechselfeld liegen, noch eine zweite Art von Verlusten auftreten, die man als Wirbelstromverluste bezeichnet. Nach dem Induktionsgesetz entsteht in einem Drahte, der sich in einem Magnetfeld senkrecht zu dessen Richtung bewegt, eine Induktions-EMK, die bei geschlossenem Stromkreis auch einen entsprechend starken Strom erzeugen kann, dessen Stärke vom Widerstand des Stromkreises abhängig ist. Die Größe der induzierten EMK ist etwa so groß wie in einem Draht, der sich am Ankerumfang befindet, da aber der Widerstand des massiven Eisenkörpers nur sehr klein ist, können beträchtliche Ströme von mehreren hundert A entstehen.

Diese Ströme, die man auch Wirbelströme nennt, erzeugen aber genau solche der Drehrichtung entgegengesetzt wirkende Kräfte und Drehmomente, wie sie in der Ankerwicklung einer belasteten Dynamomaschine entstehen. Der massive Eisenkörper erzeugt daher bei seiner Umdrehung im Magnetfeld ein sehr starkes Gegendrehmoment, das wiederum Arbeitsverluste verursacht, die man Wirbelstromverluste nennt. Auch diese Verluste werden im Ankerisen in Wärme umgewandelt und dürfen ein gewisses Höchstmaß nicht übersteigen. Man kann sie dadurch verkleinern, daß man das Entstehen der Wirbelströme verhindert oder mindestens erschwert, indem man in die Strombahn der Wirbelströme Unterbrechungen einschaltet. Zu diesem Zweck wird der Ankerkörper in mehrere Teile unterteilt, um die Wirbelströme herabzusetzen. In Wirklichkeit wird die Unterteilung des Ankerkörpers noch weiter getrieben, indem er aus einzelnen Blechscheiben von 0,35 bis 0,5 mm Dicke zusammengesetzt wird, die untereinander durch eine dünne Papier- oder Lackschicht isoliert sind. Die Wirbelströme können dann nur noch in dem sehr schmalen Raum innerhalb einer Blechscheibe verlaufen und haben daher nur noch einen sehr kleinen Wert, so daß auch die Wirbelstromverluste um so kleiner sind, je dünner die Blechscheiben sind.

ELEKTRIFIZIERUNG DES VERKEHRSWESEN

Das Verkehrswesen gehört zu den wichtigsten Zweigen der sozialistischen Volkswirtschaft. Eines der bedeutendsten Verkehrsmittel ist die Eisenbahn. Über 100 Jahre war die Dampflokomotive das wichtigste Antriebsmittel. Jetzt aber sind ihre Jahre gezählt. Die Dampflokomotive ist sehr unwirtschaftlich, denn sie nutzt nur 8, höchstens 10 Prozent der Energie der verbrauchten Kohle aus. Die Dampflokomotiven werden durch Diesellokomotiven oder Elektrolokomotiven ersetzt.

Die besten Spitzenleistungen werden mit den elektrischen Lokomotiven erreicht. Deshalb ist die Elektrifizierung der Eisenbahnstrecken zu einem der wichtigsten Probleme der Gegenwart geworden. Die Umwandlung der Brennstoffenergie erfolgt bei den E-Loks im Gegensatz zu anderen Loks nicht direkt in der Lokomotive, sondern in Kraftwerken. Die erzielten Wirkungsgrade sind aber im Kraftwerk viel größer. In der E-Lok wird die elektrische Energie durch einen Elektromotor in mechanische Energie umgewandelt. Das bereitet keine Schwierigkeiten.

Die wichtigsten Vorteile der E-Lock sind: ihr hoher Wirkungsgrad, ihre Geschwindigkeit, ihre große Zugkraft, das leichte Anfahren und die leichte Überwindung größter Steigungen. Die Steuerung der E-Lok ist verhältnismäßig einfach. Die E-Lok entspricht allen heutigen Anforderungen. Doch müssen alle elektrischen Strecken mit Oberleitungen ausgerüstet sein. Die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken ist recht zeitraubend und teuer. Deshalb elektrifiziert man vor allem hochbelastete Strecken.

In der BRD sind schon viele Strecken des mitteldeutschen Eisenbahnnetzes elektrifiziert, so z. B. im Raum Halle/Leipzig und im sächsischen Industriegebiet. Die längste elektrifizierte Strecke der Welt ist die Strecke Moskau-Wladiwostok. Durch den Einsatz der Elektrolokomotiven ist die Durchlaßfähigkeit der Eisenbahnstrecken bedeutend gestiegen. Die Zuggewichte konnte man bedeutend erhöhen, die Reisezeiten jedoch verkürzen. Für Strecken mit geringer Belastung und für Nebenstrecken sind vorläufig Diesel- und Gasturbinenlokomotiven mehr geeignet.

MAGNETE UND MAGNETISMUS

Der Magnetismus ist den Menschen schon seit vielen Jahrhunderten bekannt. Nicht weit von der Stadt Magnesia in Kleinasien fand man Eisenerz, welches kleine Eisenstücke anziehen und bei direkter Berührung festhalten konnte. Dieses Erz bezeichnete man nach dem Fundort Magnetit oder Magneteisen und seine Eigenschaft Magnetismus.

Die natürlichen Magnete haben jedoch eine geringe Anziehungskraft. Deshalb wurden in der Technik künstliche Magnete hergestellt. Die magnetischen Eigenschaften wurden dabei von einem natürlichen Magnet auf Körper aus gehärtetem Stahl oder aus Stahllegierungen übertragen.

Je nach der Form unterscheidet man Stabmagnete, Hufeisenmagnete, Ringmagnete und Magnetnadel. Im Kompaß verwendet man z. B. eine Magnetnadel.

Die Stelle der stärksten Anziehungskraft nennt man Pole. Jeder Magnet hat zwei Pole. Man bezeichnet sie Nord- und Südpol. Gleichnamige Magnetpole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen einander an.

Zerschneidet man z. B. Magnet in mehrere Teile, so erhält man vollständige Magnete mit magnetischem Nord- und Südpol. Das zeigt darauf hin, daß jeder Magnet aus Elementarmagneten besteht.

Die Erde ist auch ein riesiger Magnet. Aber der magnetische Südpol der Erde liegt bei 74° nördlicher Breite und 100° westlicher Länge. Drehachse und Magnetachse der Erde fallen also nicht zusammen. Infolge dessen weicht die Kompaßnadel um wenige Grad von der geographischen Nord-Südrichtung ab.

KRAFTFELD

Jeder Magnet ist von einem Kraftfeld umgeben, das man sein Magnetfeld nennt. Streut man Eisenpulver auf ein Blatt Papier, das auf einem Magnet liegt, so ordnen sich die Eisenteilchen, und an diesem Bild erkennt man den Verlauf der magnetischen Feldlinien. Verlauf und Richtung magnetischer Feldlinien kann man mit Hilfe einer Magnetnadel finden. Eine Magnetnadel stellt sich in jedem Punkt des Magnetfeldes parallel zu der Feldlinie, die durch diesen Feldpunkt geht.

In jedem Punkt eines magnetischen Feldes herrscht eine bestimmte Feldstärke. Je größer die Feldstärke in einem Punkt des Feldes ist, um so größer ist die Kraft, mit der an dieser Stelle ein Stück Eisen erfaßt wird.

DER ELEKTROMAGNET

Jeder stromdurchflossene Leiter ist von einem Magnetfeld umgeben. Diese Erscheinung wird Elektromagnetismus genannt.

Die Feldlinien des Magnetfeldes eines geraden stromdurchflossenen Leiters bilden konzentrische Kreise um den Leiter. Wenn man statt eines geraden stromdurchflossenen Leiters eine stromdurchflossene Zylinderspule benutzt, so findet man, daß das Magnetfeld im Außenraum der Spule die gleiche Form, wie das Feld eines Stabmagnets besitzt. Die magnetischen Feldlinien sind geschlossene Kurven. Wenn in das Innere der Spule ein Kern aus Eisen oder aus einem anderen ferromagnetischen Material gebraucht wird, entsteht ein Elektromagnet, dessen Feldstärke bei gleicher elektrischer Stromstärke und gleicher Windungszahl der Spule mehrere tausendmal größer sein kann als die Feldstärke der Spule ohne Kern.

Der Elektromagnetismus hat außerordentlich große Bedeutung für die gesamte Elektrotechnik. Der Schreibstift des Telegrafengerätes wird durch einen Elektromagnet auf das vorbeirollende Papierband gedrückt. Die tönende Membran des Telefons und des Kopfhörers wird von einem Elektromagneten in Schwingung versetzt. Durch die magnetische Kraft starker Elektromagneten werden die beweglichen Teile der Elektromotoren in Bewegung gesetzt.

DER KOPFHÖRER

Schraubt man eine Hörmuschel eines Kopfhörers oder eines Fernsprechkörers, so sieht man ein kreisrundes dünnes Stahlblech, die Membrane. Sie gibt die auf elektrischem Wege übermittelte Sprache und Musik wieder. Schiebt man die Membrane eine Kleinigkeit beiseite, so stellt man fest, daß sie an ihrer Unterlage klebt. Sie wird von magnetischen Kräften festgehalten. Hebt man die Membrane ab, so sieht man die beiden Magnetpole eines Dauermagneten, auf die je eine kleine Spule mit vielen dünnen Drahtwindungen aufgeschoben ist. Durch diese Spulen werden die elektrischen Stromstöße geleitet, mit denen man Sprache und Musik im Draht der Fernsprechleitung oder auf drahtlosem Wege überträgt. Die Stromstöße rufen in den Spulen Elektromagnetismus hervor, der stoßweise die Anziehungskraft der beiden Magnetpole verstärkt oder schwächt. Dadurch wird die Membrane in die gleichen Schwingungen versetzt wie die Mikrofonmembrane, die besprochen wird. Die Membrane der Hörmuschel schwingt. Sie erzeugt die gleichen Schallwellen, die auf der Sendestation ins Mikrofon gesprochen werden. In der Hörmuschel werden also elektrische Stromstöße in Schallwellen umgewandelt. Im Mikrofon hingegen werden Schallwellen in elektrische Stromstöße von entsprechendem Rhythmus umgewandelt.

Mit den beiden Hörmuscheln eines Kopfhörers kann man ohne Stromquelle und ohne ein besonderes Mikrofon auf eine Entfernung von etwa 50 m telefonieren.

Die beiden Enden der einen Hörmuschel werden mit den beiden Enden der anderen Hörmuschel durch zwei entsprechend lange Leitungen aus Klingeldraht verbunden. Damit ist die Fernsprechanlage schon fertig. Jede der beiden Hörmuscheln kann dabei sowohl zum Abhören, als auch zum Besprechen benutzt werden. Verwunderlich erscheint zunächst, daß hier keine Stromquelle notwendig ist und daß die Hörmuschel auch als Mikrofon verwendet werden kann. Wie ist das möglich?

Die Membrane der Hörmuschel wird von dem unter ihr liegenden Dauermagneten magnetisch angezogen und dabei wird sie selbst zum Magneten. Sprechen oder singen wir gegen die Membrane, so wird die magnetische Membrane durch die Schallwellen in Schwingungen versetzt. Der Membrane-Magnet bewegt sich also in der Nähe der Leiterspulen der Hörmuschel. So entstehen beim Besprechen der Membrane im Rhythmus der Sprache Induktionsströme, die durch den Leitungsdraht zur anderen Hörmuschel fließen. Die besprochene Hörmuschel wirkt also wie eine Dynamomaschine und erzeugt Strom, und zwar sofort im Rhythmus der Sprachschwingungen. Beim Besprechen der Hörmuschel wird also ein Teil der Schallenergie in elektrische Energie umgewandelt, die in der anderen Hörmuschel wieder in Schallenergie umgewandelt wird.

DAS MAGNETTONGERÄT

Das Magnettongerät ermöglicht eine wirklichkeitsgetreue Aufnahme und Wiedergabe von Schallwellen, wie sie von keinem anderen Gerät erreicht wird. Der Schall wird dabei magnetisch aufgezeichnet. Ähnlich wie beim Film benutzt man ein aus Kunststoff hergestelltes elastisches Band, das 6,5 mm breit und 0,03 mm dick ist. Auf dem Tonband ist eine magnetisierbare dünne Schicht Magnetit aufgetragen, die ganz gleichmäßig verteilt, winzige Eisenpulverteilchen enthält.

Den Schall nimmt ein Mikrofon auf. Die verstärkten Mikrofonströme werden in eine Spule geleitet, die um einen geschlitzten Eisenring gewickelt ist. Der Ring mit der Spule ist ein Elektromagnet, dessen Pole sich am Schlitz gegenüberstehen. Im Rhythmus des Mikrofonstroms werden die Pole des Elektromagneten mehr oder weniger stark magnetisch, und die auf dem Tonband an den Polen vorübergleitenden Eisenteilchen werden entsprechend magnetisiert.

Beim Abspielen läuft das Tonband an der gleichen Einrichtung wie bei der Tonaufnahme vorbei. Die magnetisierten Eisenteilchen erzeugen in der Spule Induktionsströme, die im Rundfunkempfänger verstärkt und vom Lautsprecher wiedergegeben werden.

Mit einer besonderen elektrischen Einrichtung lassen sich die magnetischen Aufzeichnungen auf dem Tonband wieder löschen, so daß jedes Band für eine neue Tonaufnahme verwendet kann. Magnettongeräte werden insbesondere im Rundfunk verwendet.

GEWINNUNG VON ELEKTRISCHER ENERGIE

Elektrische Maschinen haben die Aufgabe, mechanische Energie in elektrische und umgekehrt elektrische Energie in mechanische umzuwandeln. Im ersten Fall spricht man von Generatoren, im zweiten von Elektromotoren. Nach der Art der erzeugten oder verwendeten elektrischen Spannung unterscheidet man Wechselstrommaschinen und Gleichstrommaschinen.

Die Wirkungsweise der elektrischen Maschinen beruht auf den physikalischen Erscheinungen des Elektromagnetismus und der elektromagnetischen Induktion.

Wasserkraftwerke gewinnen elektrische Energie aus der Bewegungsenergie strömender Wassermassen. Diese Energie ist die billigste aus allen anderen. Kohlenkraftwerke nutzen dazu die Verbrennungswärme aus. Die Dynamomaschinen (Generatoren) der Kraftwerke verbrauchen Bewegungsenergie und spenden elektrische Energie, die durch Kabel abgeführt wird.

Die Dynamomaschine besitzt starke Elektromagnete, die Feldmagnete genannt werden. Die Feldmagnete werden mit Gleichstrom erregt, den die Dynamomaschine meist selbst erzeugt.

Riesige Generatoren sind in Kraftwerken und Elektrizitätswerken zu finden. Auch in großen Betrieben, die ihren elektrischen Energiebedarf selbst erzeugen, können wir Dynamomaschinen sehen. In Kraftwagen ist immer eine kleine Dynamomaschine als "Lichtmaschine" eingebaut. Sie liefert den Strom für die Scheinwerfer und ladet die Akkumulatorenbatterie auf. Die elektrische-Fahrradbeleuchtung verwendet ebenfalls eine kleine Dynamomaschine. Auch bei manchen Taschenlampen, bei denen man z. B. einen Hebel bewegen muß, wird der Strom durch Induktion in einer Dynamomaschine erzeugt.

DER DYNAMO IN DER TASCHENLAMPE

Es gibt Taschenlampen, die keine Batterie, sondern eine kleine Dynamomaschine enthalten, die elektrischen Strom erzeugt. Die elektrische Energie entsteht in der Dynamomaschine aus mechanischer Energie, die in elektrische Energie umgewandelt wird.

Bei einer Dynamo-Taschenlampe muß man die Antriebsenergie für die Dynamomaschine selbst erzeugen. Zu diesem Zweck ragt aus dem Gehäuse der Lampe ein Antriebshebel heraus, den man mit der Hand niederdrücken muß. Je rascher man drückt, um so heller brennt die Lampe. Solange der kleine Dynamo läuft, leuchtet die Lampe hell; bleibt er stehen, verlischt die Lampe.

Die kleine Dynamo-Taschenlampe ist ein kleines Elektrizitätswerk. Sie liefert Wechselstrom von etwa 30 Polwechseln in der Sekunde. Die Spannung beträgt 3,8 V, die Stromstärke 0,07 A.

Die Lebensdauer des elektrischen Teils dieser Taschenlampe ist fast unbegrenzt.

RÖNTGENSTRAHLEN

Röntgenstrahlen sind unsichtbare Strahlen, die die Fähigkeit besitzen, Körper zu durchdringen. Zur Erzeugung von Röntgenstrahlen dient die Röntgenröhre. Die in der Röntgenröhre entstehenden Röntgenstrahlen durchsetzen das Glas der Röhre und gelangen ins Freie. Holz, Leder, Metall, Stein, Fleisch, Knochen u. s. w. werden von Röntgenstrahlen um so leichter durchgesetzt, je geringer die Wichte des Stoffes ist. Blei ist auf Grund seiner hohen Wichte schon in dünner Schichte für Röntgenstrahlen fast undurchdringlich. Diese Eigenschaft von Blei wird dazu ausgenutzt, Menschen gegen den schädlichen Einfluß der Röntgenstrahlen zu schützen.

Verschiedene Chemikalien, z. B. Barium, leuchten im Dunkeln auf, wenn sie von Röntgenstrahlen getroffen werden. Diese Eigentümlichkeit wird bei Röntgenuntersuchungen mit dem Röntgenshirm ausgenutzt. Auf der mit einem solchen Leichtstoff bestrichenen Leinwand des Röntgenshirmes entstehen die schattenähnlichen Röntgenbilder.

In der Technik werden mit Röntgendurchleuchtungen Werkstoffprüfungen durchgeführt. Gußfehler, Risse und Sprünge in Stahlträgern und Stahlröhren, in Isolatoren u.s.w. können damit festgestellt werden. Mit Hilfe der Röntgendurchleuchtung können auch Bewegungsvorgänge im Inneren von undurchsichtigen Körpern, z. B. die Hin- und Herbewegung eines Kolbens in einem Zylinder, untersucht werden.

Um ein Röntgenbild zu bekommen, bringt man den zu untersuchenden Gegenstand unter eine Röntgenröhre, so daß die Röntgenstrahlen durch diesen Gegenstand hindurchgehen. Diese durch den zu prüfenden Gegenstand hindurchgehenden Röntgenstrahlen erzeugen dann auf einem Röntgenfilm das Röntgenbild des Prüflings. Nach der Entwicklung des Films lassen sich die feinsten Strukturfehler erkennen.

DIE ATOMENERGIE

Unvorstellbar klein ist das Atom. Selbst der winzigste Staubkern besteht aus Milliarden von Atomen. Noch hat kein Mensch ein Atom gesehen. Trotzdem wissen wir, wie groß es ist, was es wiegt und was in ihm vorgeht.

Das winzige Atom birgt in sich gewaltige Kräfte. Gegen sie verblaßt alles, was dem Menschen bisher an Naturkräften zur Verfügung stand: Feuer, Wind und Wasser. Die Potenzen der Atomenergie reichen vom titanenhaften Energiestoß bis zum Durchdringen der feinsten Materiestrukturen, von den Wunderwirkungen bis zur tödlichen Bestrahlung.

Die Atomenergie eröffnet nicht nur technische und wissenschaftliche Aussichten; sie stellt auch wichtige und vielseitige militärische, politische, kulturelle, medizinische und sogar moralische Probleme. Sie sind von großer Bedeutung schon für die Gegenwart. Sie sind noch wichtiger für die Zukunft.

DER ATOMKERN

Das Atom wird mit unserem Planetensystem verglichen. Dabei sind der Kern als Sonne und die Elektronen als Planeten anzusehen. Die elektrischen Kräfte zwingen die Elektronen in bestimmten Bahnen um den Atomkern zu kreisen und sich dabei um ihre eigene Achse zu drehen.

Der Kern des Atoms besteht beim Wasserstoff aus einem Proton, bei allen anderen Elementen aus mehreren Protonen und mehreren Neutronen. Beide Bestandteile des Kerns werden mit dem gemeinsamen Namen "Nukleonen" bezeichnet. Beide Teilchen besitzen fast die gleiche Masse. Die Stellung im Periodischen System wird bestimmt durch die Zahl der Protonen.

Der Kern vereint in sich etwa 99,98 % der Atommasse, so daß das Atomgewicht fast ausschließlich durch das Gewicht des Kerns bestimmt wird.

In sehr weitem Abstand jagen um diesen Kern mit rasender Geschwindigkeit die Elektronen, die die sogenannte Hülle bilden. Im Normalzustand muß jedes Atom soviel Elektronen haben, wie sein Kern Protonen besitzt.

Am unbegreiflichsten am Atommodell ist die Entfernung zwischen Kern und Elektron. Wenn man z.B. annimmt, daß man die Atomteile so eng zusammenpacken könnte, daß die riesigen leeren Räume im Atom fortfallen, dann kommt man zu wunderbaren Ergebnissen. Alle Kerne und Elektronen der Atome, aus denen der menschliche Körper besteht, ohne Zwischenraum aneinandergelegt, bilden ein Kügelchen von einigen tausendstel Millimetern Durchmesser.

DAS ERSTE ATOMKRAFTWERK DER WELT

Ein Atomkraftwerk ist eigentlich nichts anderes als ein großer Reaktor, dessen Wärme durch sogenannte Wärmeaustauscher für normales Kraftwerk ausgenutzt wird.

Das erste sowjetische Atomkraftwerk besteht aus drei Hauptteilen: aus einem Reaktor, einem Wärmeaustauscher und einem normalen Kraftwerk. In dem Reaktor wird eine Wärmeleistung von 30 Millionen Watt (MW) erzeugt. Diese Wärme wird durch große Wassermengen, die mit Pumpen durch den Reaktor getrieben werden, abgeleitet. Man glaubte zunächst, daß das Wasser beim Durchlaufen des Reaktors stark radioaktiv werden kann. Deshalb wurde es nicht direkt zum Antrieb der Dampfturbine verwendet, sondern erst durch einen Wärmeaustauscher geleitet. Hier wird die Wärme des einen Kreislaufes an einem anderen abgegeben. Das Wasser des zweiten Kreislaufes wird verdampft und zum Antrieb der Dampfturbine verwendet.

Der Reaktor des ersten Atomkraftwerkes ist ein Graphitreaktor. Das heißt also, daß sein Hauptkörper aus einem großen Graphitblock besteht. Als Brennstoff dient hier Uran 235.

Zum Schutz vor den Strahlungen ist der Reaktor von einer Wasserschicht von einem Meter Stärke und von einer drei Meter dicken Betonmauer umgeben. Oben wird das Ganze von einer schweren Gußeisenplatte und einem Stahldeckel abgeschirmt.

Das Atomkraftwerk arbeitet störungsfrei und mit bestem Erfolg.

RADIOISOTOPE

Die meisten chemischen Elemente bestehen aus einem Gemisch von mehreren Atomarten, den Isotopen. Isotope sind Atome gleicher Ordnungszahl, aber verschiedener Masse. Sie besitzen bei gleicher Protonenzahl eine verschiedene Anzahl von Neutronen. Isotope eines Elements haben die gleichen chemischen, aber verschiedene physikalische Eigenschaften. Sie lassen sich nur durch physikalische Methoden trennen.

Einige Isotope besitzen die Eigenschaft, radioaktive Strahlen auszusenden. Das sind radioaktive Isotope (Radioisotope). In der Natur kommen Radioisotope selten vor. Man kann aber Radioisotope künstlich herstellen und ihre Strahlung für verschiedene Zwecke verwenden.

Man verwendet Radioisotope in der Leicht- und Schwerindustrie für Meß- und Steuerungszwecke. Die radioaktiven Isotope ermöglichen dort genaueste Messungen durchzuführen, wo bisher andere Methoden versagt haben. Radioaktive Isotope gewähren Einblick in Produktionsprozesse, die sonst dem menschlichen Auge verborgen bleiben. Sie ermöglichen, die Messung ohne Unterbrechung des Betriebs mit einer Genauigkeit von tausendstel Millimetern durchzuführen.

Radioisotope können z. B. mit großer Genauigkeit den Verschleißgrad an Maschinenteilen ohne eine Unterbrechung des Betriebs kontrollieren. Die Frage, wie man die Lebensdauer eines Autoreifens verlängern kann, läßt sich auch mit Hilfe von Radioisotopen (Radiophosphor) beantworten.

DAS UNSICHTBARE WIRD SICHTBAR

Rohrleitungen "leiden" leicht an Verstopfung. Ob es sich dabei um Erdölleitungen handelt, die sich über Hunderte von Kilometern durch unwegsames Gelände hinziehen, oder um Rohrleitungen innerhalb eines Betriebes – das Auffinden der verstopften Stellen ist meist sehr schwer und zeitraubend. Werden aber den Stoffen, die durch Rohrleitungen fließen, strahlende Atome beigegeben, so lassen sich mit Hilfe des Zählrohres solche Verstopfungen sehr schnell feststellen.

Auch Reinigungsgeräte, die von Zeit durch solche Rohrleitungen geschickt werden, kann man durch strahlende Atome markieren, um sie notfalls, wenn sie im Rohrleitungssystem steckenbleiben, entdecken zu können.

Schadhafte Stellen an unterirdischen oder eingemauerten Rohrleitungen lassen sich ebenfalls mit Hilfe radioaktiver Stoffe leicht lokalisieren. Zählrohre zeigen deutlich die Stellen, an denen die strahlenden Stoffe die Rohre verlassen.

So kann man z. B. dem Wasser von großen Heizungsanlagen radioaktives Kochsalz zusetzen, um festzustellen, wo Leitung oder Heizkörper, die unter dem Fußboden verlaufen, beschädigt sind.

Bei Telefonleitungen kann man radioaktivierte Gase durch die Bleikabel pumpen, um festzustellen, wo diese Gase ausströmen und wo folglich der Bleimantel beschädigt sein muß.

Man kann mit Radioisotopen Geschwindigkeiten von Flüssigkeiten messen, Frischluft und Abgasbewegungen in Werkräumen bestimmen, Wasserbewegungen in Kränenanlagen und Stauseen studieren, den Reinheitsgrad von Trinkwasser feststellen, den Verbleib von Abwässern und Abgasen kontrollieren, den Feuchtigkeitsgehalt von Böden bestimmen und viele andere Aufgaben lösen.

RADIOKOBALT IM HOCHOFEN

Fünfzehn bis zwanzig Reihen feuerfester Schamottesteine verwehren jeden Einblick in das Innere eines Hochofens. Doch für die Hochöfner ist es außerordentlich wichtig zu wissen, was hinter diesen dicken Mauern geschieht. Dabei geht es sowohl um die einzelnen Stadien des Schmelzprozesses als auch um den Zustand der Schamotteausmauerung. Da sie während der jahrelangen ununterbrochenen Betriebszeit und der großen Hitze ausbrannt, muß man wissen, wann der richtige Zeitpunkt gekommen ist, den Ofen stillzulegen und neu anzumauern. Verpaßt man diesen Zeitpunkt, so kann es schwere Unfälle geben. Setzt man den Ofen zu früh außer Betrieb, entstehen unnötige Verluste.

Radiokobalt bietet eine neue Form der Kontrolle. In die einzelnen Schichten des Mauerwerks werden an verschiedenen Stellen kleine Ampullen mit Radiokobalt eingemauert. Man kann nun von außen mit entsprechenden Meßinstrumenten nachprüfen, ob das Radiokobalt noch an seinem Platz ist. Dann heißt es, daß die betreffende Schicht des Mauerwerks noch in Ordnung ist. Läßt sich die Strahlung an diesen Stellen nicht mehr nachweisen, so ist damit festgestellt, welche Schamotteschichten ausgebrannt sind. Oder man entnimmt dem Hochofen von Zeit zu Zeit Proben, die man ihre Radioaktivität überprüft. Ist eine der Schichten ausgebrannt, in die Radiokobalt eingemauert war, so muß sich die Radioaktivität des in den Hochofenprozeß eingegangenen Kobalts in der Probe bemerkbar machen.

Mit Hilfe von Kobalt 60 kann man auch den Stand des Eisens in Schachtöfen leichter kontrollieren. Zu diesem Zweck müssen auf der einen Seite des Ofens eine starke Radiokobaltquelle und auf der anderen ein Zählrohr angebracht werden. Da das flüssige Eisen viel mehr Strahlen absorbiert als die Mischung von Koks und Erzen, kann sein Niveau leicht bestimmt werden.

Durch die Anwendung von Radiokobalt werden schwierige chemische Analysen ersetzt. Dabei wird wertvolle Zeit gespart, und der Hochofenprozeß kann schneller und genauer reguliert werden.

ES BEGINNT MIT DEM GROßEN C

Daß unser Leben ohne Chemie undenkbar ist, weiß heute jeder. Überall ist sie zu finden. Wir brauchen nur unsere Kleidung anzusehen; der Füllfederhalter, die Seife, Spielzeug und die Zahnbürste – alles sind Erzeugnisse der Chemie. Und dabei machen die Gegenstände unseres täglichen Bedarfs nur einen Teil der chemischen Produktion aus.

Die organisch-chemische Industrie kann man auf der Grundlage von Braunkohle errichten. Aber, um aus der Braunkohle Benzin oder Ausgangsstoffe für die Plasterherstellung zu erhalten, sind komplizierte Verfahren notwendig. Aus Erdöl dagegen lassen sich diese Stoffe besser und leichter gewinnen. Die Produktivität gegenüber der Kohlechemie ist acht- bis zehnmal höher.

Die Grundlage der Petrolchemie ist das Erdöl. Erdöl gehört zu den wertvollsten Rohstoffen. Erdölprodukte sind Benzin, Petroleum, verschiedene Öle, Paraffin, Vaseline und Asphalt, der beim Straßenbau benutzt wird. Aus Erdöl gewinnt man Lösungsmittel, Kraft- und Schmierstoffe. Durch chemische Verfahren werden auch die Ausgangsstoffe für die Plasterherstellung gewonnen.

Plasterzeugnisse werden im Maschinenbau, in der Landwirtschaft, im Bauwesen, in der Leichtindustrie und in der Elektrotechnik eingesetzt.

DER SCHWEFEL

Schwefel kommt in der Natur in freiem und gebundenem Zustand vor. In gebundenem Zustand kommt er in der unbelebten Natur, besonders in den Sulfaten und Sulfiden, vor. Schwefel ist gewöhnlich in Steinkohlen und in organischen Verbindungen enthalten. Er gehört zu den Elementen, die für die Entwicklung der Pflanzen- und Tierwelt notwendig sind. So ist Schwefel in dem Eiweißstoff enthalten.

Schwefel kommt in zwei festen Zustandsformen vor. Die bei Zimmertemperatur beständige Modifikation ist der a-Schwefel. Er ist gelb, spröde, unlöslich im Wasser, gut löslich im Schwefelkohlenstoff und bildet rhombische Kristalle. Bei 95,6 °C wandelt sich der a-Schwefel in eine zweite feste Modifikation, den b-Schwefel, um. Dieser bildet im Gegensatz zum a-Schwefel monokline Kristalle.

Die Erscheinung, daß ein Element in verschiedenen festen Zustandsformen existiert, heißt Allotropie. a-Schwefel und b-Schwefel sind beide allotropen Modifikationen des Schwefels.

Schwefel schmilzt bei 119 °C und siedet bei 444 °C. Auch in flüssigen und gasförmigen Zustand bildet der Schwefel mehrere Modifikationen.

Die technische Gewinnung des Schwefels erfolgt teils aus den natürlichen Vorkommen, teils durch Oxydation von Schwefelwasserstoff oder durch Reduktion von Schwefeldioxyd. Heute gewinnt man den Schwefel in steigendem Maße auch aus seinen Verbindungen, hauptsächlich aus Schwefelwasserstoff, der bei der Verarbeitung der Kohle entsteht.

Schwefel hat für die chemische Industrie eine sehr große Bedeutung. Ohne Schwefel können solche Erzeugnisse wie Gummireifen, Gummischuhe, Gummirohre, Schläuche usw. nicht erzeugt werden. Wird Kautschuk mit Schwefel erhitzt, so entsteht Gummi. Die Umwandlung von Kautschuk in Gummi wird als Vulkanisation bezeichnet. Als brennbarer Stoff wird Schwefel in der Zündholzindustrie verwendet. Er ist in den Zündholzköpfen enthalten. Davon kann man sich an Hand des charakteristischen Geruchs von Schwefeldioxyd überzeugen, der entsteht, wenn ein Zündholzkopf verbrennt. Man braucht noch Schwefel zur Herstellung von Schwefelsäure, Zellstoff, Zellwolle, Kunstseide und Medikamenten.

DIE KOHLE

Die Kohlen sind feste Brennstoffe, die aus organischem Material entstanden sind. Zu den Kohlen zählen Anthrazit, Steinkohle und Braunkohle. Die Kohlen entstanden im Verlaufe von vielen Millionen Jahren und sind pflanzlicher Herkunft. Die Steinkohle wird zum größten Teil im Tiefbau gewonnen, Braunkohle meist im Tagebau.

Die Kohlen sind Gemische der verschiedensten organischen Verbindungen. In allen Kohlenarten ist z.B. der Kohlenstoff enthalten. Dabei ist der Kohlenstoffgehalt um so größer, je älter die Kohlen sind. So hat Anthrazit den größten Kohlenstoffgehalt von rund 90 %. Es ist eine sehr wertvolle Kohle, die nur in wenigen Ländern gefunden wird. Steinkohle hat einen Kohlenstoffgehalt von etwa 80 %, Braunkohle dagegen von rund 65 %. Außer Kohlenstoff enthalten noch die Kohlen die Elemente von Wasserstoff und Sauerstoff, in geringen Mengen Natriumchlorid, Phosphate, Tonerde und Silikate der verschiedensten Art.

Der größte Teil der Kohle wird zur Gewinnung von Energie in der Industrie verwendet. Dazu wird die Kohle verbrannt, wobei eine bestimmte Wärmemenge frei wird. Mineralien sind nicht brennbar; sie bleiben bei der Verbrennung als Asche zurück.

Die Güte eines Brennstoffes wird durch den Heizwert bestimmt, den man in kcal/kg angibt und der stark vom Wassergehalt abhängt. Der Heizwert des Anthrazits beträgt z. B. pro Kilogramm ungefähr 8500 kcal, der Steinkohle 7500 kcal, bei der Braunkohle schwankt er zwischen 3000 und 6500 kcal.

Die Rohbraunkohle, die etwa 50 % Wasser enthält, hat einen Heizwert von nur 2100 kcal/kg. Deshalb wird sie getrocknet, bis der Wassergehalt nur 15 % beträgt.

VEREDLUNG DER KOHLE

Stein- und Braunkohle sind wichtige Bestandteile der Energie- und Rohstoffwirtschaft. Aber die Rohbraunkohle kann meistens nicht direkt in chemischen Prozessen eingesetzt werden, sondern sie muß erst aufbereitet werden. Diese Aufbereitung der Kohle bezeichnet man als Veredlung. Die Veredlung der Kohle erfolgt vor allem durch thermische Prozesse. Dabei sind Vergasung und Entgasung zu unterscheiden. Bei der Vergasung wird die Kohle vollständig in gasförmige Produkte umgewandelt. Die Hauptprodukte der Entgasung sind der Steinkohlenskok, der vor allem in der Metallurgie gebraucht wird, und das Steinkohlengas, das als Heizgas Verwendung findet.

Die Veredlung der Kohle erfolgt noch durch die Schwelung. Unter Schwelung versteht man ein Erhitzen von Braunkohle unter Luftabschluß auf 600 °C.

Dabei entsteht vor allem der wertvolle Braunkohlenteer, eine dunkle Flüssigkeit von charakteristischem Geruch, die durch Destillation zu verschiedenen Kraftstoffen (Dieselöl, Benzin) verarbeitet wird.

Bei der Hochdruckhydrierung wird aus Kohle Benzin gewonnen. Benzin wird besonders als Treibstoff für Auto- und Flugzeugmotoren verwendet. Aus Kohle gewinnt man auch Paraffine.

DAS HOLZ

Holz ist ein organisch gewachsener Naturstoff. Holz im technischen Sinne ist die von Rinde und Ästen befreiten Stammteile der Laub- und Nadelbäume, der Palmen und der Baumgräsern (Bambus). Zuerst werden die Bäume geschlagen, von der Rinde befreit und abgelängt. Dann werden die Stämme in Sägewerken zu Brettern oder Kanthölzern zerschnitten. Danach trocknet man das Holz, denn es enthält durchschnittlich 45 % Wasser und kann so feucht technisch nicht genutzt werden.

Da die natürliche Trocknung des Holzes einige Jahre dauert, wird es heute meist in dampfbeheizten Trockenkammern künstlich getrocknet.

Holz ist in trockener Luft ziemlich beständig, in feuchter Luft, im Wasser oder im Erdboden fäult es jedoch leicht. Durch Anstreichen oder Tränken mit fäulnishemmenden Stoffen kann man Holz vor dem Verrotten schützen. Durch Vergütung kann man die mechanischen Eigenschaften des Holzes verbessern. Vergütete Hölzer sind Sperrholz, Preßholz, Preßschichtholz, Panzerholz, Metallholz und Ölholz.

Holz ist heute in der ganzen Welt ein sehr knapper Rohstoff. Wenn es auch einige besonders holzreiche Gegende gibt, in denen noch viel Holz als Brennstoff benutzt wird, so haben doch die meisten Industrieländer Mangel an Holz. In der Bauindustrie, im Grubenausbau und in anderen Industriezweigen, wo Holz direkt als Werkstoff benutzt wird, muß man Möglichkeiten suchen durch Betonteile und ähnliche Baustoffe sowie durch den Einsatz von Platten recht viel Holz einzusparen. Die verfügbare Holzmenge muß weitgehend als Rohstoff für Papier- und Zellstoffindustrie eingesetzt werden, weil dort der höchste Veredlungsgrad erreicht wird.

VEREDLUNGSFORMEN DES HOLZES

Der Zellstoff. Der Hauptbestandteil des Holzes ist der Zellstoff. Aus 100 kg Holz erhält man etwa 55 kg Zellstoff, und dieser ist das Ausgangsprodukt einer großen Kunststoffindustrie. Die einfachste Form der Verwendung von Zellstoff ist die Papierfabrikation. Nitrolacke, Zelluloid, Viskoseschwämme, Wurstdärme, Vulkanfiber und vieles andere sind ebenfalls Produkte, die aus Zellstoff gewonnen werden können.

Die Vulkanfiber. Ein bedeutendes und wichtiges Verwendungsgebiet des Zellstoffes ist die Vulkanfiber. Da geht man direkt von dem Zellstoff aus und läßt auf ihn pergamentierende Chemikalien einwirken. Nach der Aufschließung wird der Zellstoff zu Pappe verarbeitet, diese zieht man durch ein erwärmtes Chlorzinkbad, um sie dann auf mit Dampf geheizte Zylinder aufzuwickeln. Eine Druckwalze übt auf sie einen Druck aus, wodurch sich dieselben verschweißen. Nach Erreichung einer bestimmten Plattenstärke schneidet man den gewickelten Zylinder auf und erhält so eine Platte. Ein langwieriger und genau zu überwachender Waschprozeß bezweckt nun, die überschüssige Menge von Chlorzinklauge auszuwaschen. Dieser Maßnahme schließt sich ein sehr langwieriger Trockenprozeß an, der bei stärkeren Platten mehrere Wochen dauert.

Dabei verziehen sich die Platten und müssen dann auf hydraulischen Pressen gerichtet und schließlich kalandriert werden. Vulkanfiber ist an sich hart, kann aber durch Nachbehandlung weich und lederartig gemacht werden.

Die Vulkanfiber gebraucht man im allgemeinen Maschinenbau, in der Elektrotechnik. Ihre lederähnliche Zähigkeit, ihre hervorragenden Verarbeitungseigenschaften, sowie die Unempfindlichkeit gegen Öl, Benzin, Benzol und die meisten organischen Lösungsmittel verschaffen ihr eine große Reihe von Anwendungsmöglichkeiten.

Man kann Vulkanfiber sägen, schneiden, hobeln, drehen, bohren, stanzen, ja auch bis zu einer gewissen Grenze prägen und ziehen, sowie nieten und biegen.

Besonders wichtig ist die Verwendung der Vulkanfiber in der Kofferindustrie. Fibernkoffer haben ein leichtes Gewicht und sind wesentlich billiger als Lederkoffer.

DAS ERDÖL

Mit mehreren tausend Bohrgeräten wird jährlich in allen Teilen der Welt Erdöl gepumpt. Tief unter der Erde liegt die kostbare Flüssigkeit. Über der Erde, wo das Erdöl befördert werden muß, sieht man jedoch keinen Tagebau, wie wir ihn bei den

Braunkohlengruben haben. Auch die Schächte des Steinkohlenbergbaus sind nicht zu entdecken. Dafür sehen wir etwas anderes, für die Erdölfelder typisches. Es sind die Bohrtürme.

Viele Vorarbeiten sind nötig, bis es den Geologen gelingt, ein Erdölfeld festzustellen. Nicht jeder Versuch ist von Erfolg gekrönt. Erst wenn das Feld festgelegt ist, beginnen die Bohrungen zur Erdölförderung. Etwa 1000 m muß der Bohrstahl in die Erde dringen, bevor er auf Erdöl stößt. In gewaltigem Strahl drückt dann das Erdgas, das über dem Erdöl unter hohem Druck eingeschlossen ist, das Öl nach oben. Infolge der abnehmenden Erdölmenge sinkt aber mit der Zeit der Druck ab. Dann muß das Erdöl gepumpt werden. Meist reicht jedoch der Druck des Erdgases gar nicht aus, um das Öl nach oben zu befördern. Dann muß von Anfang an gepumpt werden.

Das Erdöl, meist eine schwarzbraune Flüssigkeit, ist organischer, vorwiegend pflanzlicher Herkunft. In seiner Farbe zeigt das Erdöl Varianten vom Strohgelb über Grün und Braun bis zum Schwarz. Trotz diesem äußerlichen Unterschied sind alle Varianten chemisch einander ähnlich.

Zusammen mit der Kohle bildet das Erdöl die wichtigste Ausgangsbasis zur Gewinnung von Chemieprodukten. Dabei ist zu beachten, daß sich Treibstoffe, organische Grundchemikalien und Rohstoffe für Plaste und vollsynthetische Textilfasern aus dem Erdöl zweckmäßiger und billiger herstellen lassen als aus Kohle. Ein wichtiger Grund für die billigere Herstellung der verschiedenen Produkte aus Erdöl gegenüber der Kohlenveredlung liegt in dem stark verkürzten Produktionsprozeß.

STOFFE AUS ERDÖL

Das Erdöl, ein Gemisch der verschiedensten Substanzen, wird der Destillation unterworfen. Mit Hilfe der Destillation wird Erdöl in verschiedene Fraktionen von bestimmten Siedebereichen zerlegt. Man erhält dadurch eine Vielzahl von Produkten, die aber keine reinen Substanzen sind. Man begnügt sich mit Gemischen, sogenannten Fraktionen, die aber den einen oder anderen Stoff im Überschuß als Hauptbestandteil, enthalten. Da dabei keine reinen Substanzen entstehen, gibt es auch keinen genauen Siedepunkt, sondern die abgetrennte Fraktion siedet in einem bestimmten Temperaturbereich. Das muß man wissen, weil man diese Gemische nach den Temperaturbereichen, in denen sie siedend, unterscheidet. Die am leichtesten siedende Fraktion – zwischen 40 und 180 °C – besteht aus Kohlenwasserstoffverbindungen, die sich durch leichte Brennbarkeit, leichte Verdampfbarkeit und Dünflüssigkeit auszeichnen. Man nennt diese Fraktion "Rohbenzin". Sie enthält diejenigen Substanzen, die durch weitere Prozesse zu Benzin verarbeitet werden.

Das Leichtpetroleum und das Gasöl sind die nächsten Fraktionen, die bei etwas höheren Temperaturen abgetrennt werden. Dann liefert die Erdöldestillation noch schwere Schmieröle, Hartparaffine und das Bitumen. Damit ist die Erdölaufbereitung noch nicht abgeschlossen. Viele Veredlungsprozesse sind noch erforderlich, bevor die Erdölprodukte zum Verbraucher gelangen.

Gasolin, Leicht-, Mittel- und Schwerbenzin nennt man die einzelnen Benzingerichte, die bei der Weiterverarbeitung des Rohbensins entstehen. Mit ihnen werden Kraftfahrzeugmotoren betrieben. Das Petroleum wird zur Beleuchtung, zu Heizzwecken sowie als Treibstoff für schwere Kraftfahrzeugmotoren verwendet. Das Gasöl findet für Dieselmotoren Verwendung. Die sogenannten Schmieröle stellen hochwertige Schmiermittel für Maschinen dar. Sie kommen mit den verschiedensten Spezialölen, z. B. als Spindel-, Getriebe-, Turbinen- und Transformatorenöl, in den Handel. Außerdem liefert Erdöl Heizöle. Es enthält ferner Vaseline, die sowohl in der Feinmechanik als auch zur Herstellung von Salben für kosmetische und pharmazeutische Zwecke Verwendung finden. Bitumen, ein Rückstand der Erdöldestillation, wird unter anderem als Isolationsmaterial und zur Herstellung von Dachpappe benutzt. Große Mengen von Bitumen werden im Straßenbau verwendet.

SILIZIUM

Nach Sauerstoff ist Silizium das in der Natur am weitesten verbreitete Element. Eine Vielzahl seiner Verbindungen bilden die meisten Gesteine (Granite, Gneise, Basalte) und Mineralien (Quarz, Feldspate, Glimmer usw.). Sand und Ton sind ebenfalls Siliziumverbindungen.

Silizium verwendet man für die Herstellung von Legierungen. Stahl mit einem Siliziumgehalt von 4 % wird für die Herstellung elektrischer Transformatoren eingesetzt. Bei einem größeren Gehalt an Silizium (15 % und mehr) wird der Stahl säurebeständig und wird zum Bau chemischer Apparaturen verwendet. Silizium schmilzt bei 1410 °C. Es besitzt eine sehr geringe elektrische Leitfähigkeit und wird heute neben dem sehr seltenen Germanium in zunehmendem Maße in Halbleiterbauelementen verwendet.

Der Industriezweig, der sich mit der Verarbeitung natürlicher Siliziumverbindungen beschäftigt, heißt Silikatindustrie. Dazu gehört die Produktion von Glas, Keramik und Zement.

GLAS

Das Glas spielt auf vielen Gebieten unseres Lebens eine wichtige Rolle. Der große Vorteil des Glases liegt darin, daß es sich verhältnismäßig einfach herstellen läßt. Die Stoffe, aus denen es erzeugt wird, sind in ausreichenden Mengen vorhanden.

Das sind Quarzsand (SiO_2), Kalkstein (CaCO_3) und Soda (Na_2CO_3). Quarzsand und Kalkstein werden in der Natur gefunden, Soda liefert die chemische Industrie.

Die Eigenschaften des Glases können je nach den Ausgangsstoffen und Zusätzen stark variiert werden. Wird an Stelle von Soda (Na_2CO_3) Pottasche (K_2CO_3) eingesetzt, so erhält man schwerschmelzbares Glas, das in chemischen Laboratorien verwendet wird. Wird Kalkstein (CaCO_3) durch Bleioxyd (PbO) ersetzt, so entsteht Kristallglas.

Gläser besitzen keinen bestimmten Schmelzpunkt, sondern erweichen beim Erwärmen innerhalb eines mehr oder weniger großen Temperaturbereiches allmählich.

Zur Erzeugung von Glas dient der Wannofen. Dieser Ofen ist etwa 30 m lang und 6 m breit. Er ist aus feuerfestem Stein und wird mit Gas beheizt. Die Temperatur ist in diesem Ofen bis 1600 °C. Der Ofen ist laufend in Betrieb. Große Glasmengen lassen sich in ihm erzeugen. Für Spezialgläser werden Hafenofer verwendet, in die das Schmelzgut in feuerfesten Tongefäßen, den sogenannten Hafen, eingebracht wird. Ein Gemisch aus den fein gemahlten Einsatzstoffen wird in den Öfen geschmolzen und so lange erhitzt, bis

alle Gasblasen entweichen sind. Nach 12 h ist die Glasschmelze so klar, daß sie dann in flüssigem Zustand dem Ofen entnommen werden kann. Beim Abkühlen wird die flüssige Glasmasse nicht sofort fest, sondern zuerst zähflüssig. Diese Eigenschaft des Glases wird für die Herstellung verschiedener Gegenstände aus Glas ausgenutzt. Blasen, Ziehen, Walzen und Pressen sind die Verfahren dazu. Die Herstellung von Fensterglas erfolgt z. B. durch Ziehen. Durch eine in die Schmelze tauchende breite Düse (2 m) wird eine ebenso breite Glasbahn senkrecht emporgezogen. Walzen befördern die entstehende Glaswand immer höher, wobei das Glas abgekühlt wird. Schließlich wird es in große Tafeln zerschnitten. Die Glaserzeugnisse muß man langsam abkühlen, damit möglichst wenig Spannungen entstehen.

Man unterscheidet Flachglas (z. B. Fensterglas) und Hohlglas (z. B. Flaschenglas, verschiedene Gefäße, aber auch Fernsehkolben). Von der großen Zahl der Spezialgläser sind die optischen Gläser, die vorwiegend zu Linsen verarbeitet werden, besonders wichtig.

Durch besondere Herstellungsverfahren werden Glasfasern (Glassee, Glaswolle, Glaswatte) und Schaumglas gewonnen. Alle diese Stoffe zeichnen sich dadurch aus, daß sie untrennbar sind, den elektrischen Strom nicht leiten, eine gute Schalldämmung bewirken und sehr schlechte Wärmeleiter sind. Mit Glasfasern verstärkte Plaste besitzen sehr gute Festigkeitseigenschaften.

Mit seiner vielseitigen Verwendbarkeit gehört das Glas zu den wichtigsten Werkstoffen.

KERAMISCHE ERZEUGNISSE

Keramische Erzeugnisse in Form von Tonwaren oder Porzellan spielen heute in der Technik eine bedeutende Rolle. Als Rohstoffe dienen Ton oder eine Mischung von Ton, Kaolin, Feldspat und Quarz. Die Rohstoffe werden auf Rollergängen oder in Kugelmühlen fein zerkleinert und mit Wasser zu einem Teig angerührt. Diesen Teig formt man entweder mit freier Hand, mit Hilfe von Schablonen oder in Formen zu den gewünschten Gegenständen. Nach Trocknen an der Luft werden die Gegenstände bei einer Temperatur von 800 bis 900 °C in einem Rohbrand gebrannt. Dadurch wird das Wasser entfernt und die Formlinge werden erhärtet. Beim zweiten Brand, der je nach Art der Masse bei Temperaturen von 1100 bis 1500 °C durchgeführt wird, sintern die Teilchen zu einer festen Masse zusammen. Die meisten keramischen Teile für technische Verwendung werden glasiert. Dazu werden die Gegenstände vor dem zweiten Brennen mit einer Glasurmasse (Silikat) überzogen. Durch das Glasieren der Oberfläche erreicht man nicht nur ein besseres Aussehen und eine glatte Oberfläche, sondern erhöht gleichzeitig die mechanische Festigkeit.

Bei der Herstellung von Formteilen ist zu beachten, daß beim Brennen Porzellan bis zu 20 % und Steinzeug zwischen 8 und 14 % schwindet. Deshalb muß man die Gegenstände größer einformen, als sie nachher sein sollen. Keramische Erzeugnisse sind druckfest, hart und spröde, ebenfalls hitzebeständig und haben gute elektrische Isolationseigenschaften. Sie sind aber schlechte Wärmeleiter. Keramik ist beständig gegen alle Chemikalien außer Flußsäure. Keramische Erzeugnisse verwendet man in der chemischen und in der Lebensmittelindustrie als Rohrleitung, Transportbehälter, Reaktionsgefäße, Säuerpumpen usw. und in der Elektrotechnik als Isolatoren für alle Spannungsbereiche.

PLASTE

Die rasche Entwicklung der Industrie und die bessere Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Gebrauchsgütern erfordern immer mehr die Anwendung neuartiger Werkstoffe. Unter diesen Werkstoffen, den Plasten oder Kunststoffen, versteht man makromolekulare organische Verbindungen, die synthetisch oder durch Umwandlung von Naturprodukten hergestellt werden. Sie sind unter bestimmten Bedingungen plastisch oder haben bei ihrer Herstellung den plastischen Zustand durchlaufen.

Die Plaste besitzen eine Reihe von günstigen technischen Eigenschaften, die den traditionellen Werkstoffen (Metall, Holz, Glas, Porzellan, Zement, Leder, Papier) teilweise fehlen. Sie haben z. B. eine geringe Dichte, ein gutes Isolationsvermögen für Wärme und Elektrizität und eine hohe Korrosionsbeständigkeit. Außerdem sind sie geschmacks- und geruchsfrei, gut verformbar und leicht zu färben.

Die plastischen Werkstoffe können oft vielseitiger verarbeitet werden als die Naturstoffe. Sie lassen sich spanlos verformen durch Gießen, Pressen, Walzen, Schneiden und Schweißen. Man kann sie fräsen, hobeln, drehen und sägen.

Die Plaste können rein, gefärbt oder mit Füllstoffen verarbeitet werden. Als Füllstoffe werden Holzmehl, Textilreste, Korkpulver und Asbest verwendet. Dadurch erhalten die Plaste eine größere Festigkeit. Mehrere plastische Massen lassen sich aus dem flüssigen Zustand verspinnen.

Die Plaste teilt man nach der Herstellungsart oder nach den physikalischen Eigenschaften der Stoffe. Nach der Herstellungsart unterscheidet man abgewandelte Naturstoffe und vollsynthetische Stoffe. Bei der Herstellung der abgewandelten Naturstoffe wird die makromolekulare Struktur nur wenig verändert. Zu diesen Produkten zählen z. B. der Kunststoff Galalith, das Zelluloid und der Gummi. Galalith wird aus Eiweißstoffen, Zelluloid aus Zellulose und Gummi aus Kautschuk hergestellt.

Bei der Herstellung vollsynthetischer Stoffe vereinigen sich niedermolekulare Verbindungen zu Makromolekülen. Auf diese Weise entstehen Stoffe wie Bakelit, Dederon und Perlon.

Nach den physikalischen Eigenschaften teilt man die Plaste in Duroplaste und Thermoplaste ein. Duroplaste können durch Erhitzen gehärtet werden. Thermoplaste sind nicht härtbar und werden beim Erwärmen weich.

CHEMIEFASERN

Unter Chemiefasern versteht man alle künstlich erzeugten Faserstoffe. Sie bestehen wie die Plaste aus makromolekularen Verbindungen, die entweder durch Polykondensation oder durch Polymerisation gebildet werden.

Infolge ähnlicher Molekülstrukturen besitzen Chemiefasern und Naturfasern auch ähnliche Eigenschaften. Wegen der größeren Regelmäßigkeit in der Anordnung der Moleküle übertreffen die synthetischen Fasern die Naturfasern in der Elastizität und Reißfestigkeit.

Das Polyvinylchlorid wird zur Verbesserung der Wärmebeständigkeit nachchloriert. Dabei erhöht sich der Chloranteil im Molekül von 57 auf 63 %. Dieses nachchlorierte PVC läßt sich aus der Lösung zu endlosen Fäden verspinnen. Es ist die Pe-Ce-Faser.

Die Pe-Ce-Faser wird besonders in der Technik verwendet, da sie säure- und laugenbeständig, elektrizitätsisolierend, nicht faulend und unentflammbar ist. Es werden daraus Säureschutzkleidung, Fischnetze, Zelte und Filtertücher für die chemische Industrie produziert.

Perlon ist eine Polyamidfaser. Ähnliche Struktur haben auch die natürlichen Eiweißstoffe, die Wolle und Seide. Perlon ist ebenso fein wie Baumwolle, Wolle oder der zarte Chiffonstoff aus Seide. Federleichte Wäsche, Kleider, Blusen und andere Stoffe aus Perlon sind auf Kohle, Kalk und Wasser aufgebaut. Die vollsynthetischen Stoffe haben Eigenschaften, die sie uns fast unentbehrlich machen. Sie sind wasserabstoßend, formbeständig und beanspruchen keine Bügelei.

Neben der Perlonstoffen werden auch Fasern für Stoffe im Woll- oder Baumwollcharakter hergestellt. Diese Stoffe sind wetter- sowie lichtbeständig und lassen sich ebenso leicht waschen und trocknen, wie Perlon.

Aus feinen Perlonfäden werden Nähgarne gemacht. Starke Fäden verarbeitet man zu Seilen, Fischernetzen und Fallschirmen. Es wird zur Herstellung von Strümpfen, Wäsche, Borsten und Nähfäden für die Chirurgie verwendet. Perlon wird überall verwendet, wo es auf hohe Reiß- und Scheuerfestigkeit und auch auf Fäulnisbeständigkeit ankommt. Diese Eigenschaften machen Perlon auch für Mischgewebe hervorragend geeignet. Die Perlonfaser gibt dem Gewebe erhöhte Haltbarkeit und Formbeständigkeit.

Einige häufig verwendete Begriffe

der Technik

Ein Rohstoff ist ein für die Weiterverarbeitung zum Werk- oder Hilfsstoff geeigneter Stoff.

Ein Werkstoff ist ein Stoff, aus dem mit Hilfe bestimmter Fertigungsverfahren Halbzeuge oder Werkstücke (Erzeugnisse) hergestellt werden.

Ein Hilfsstoff ermöglicht die Bearbeitung von Arbeitsgegenständen (Werkstoffen) und die Funktion der Arbeitsmittel. Er geht nicht oder nur in geringem Maße in das Erzeugnis ein. Ein Hilfsstoff kann bei seiner Anwendung sowohl chemischen als auch physikalischen Veränderungen unterworfen werden.

Unten werden Beispiele für Kategorien Roh-, Werk- und Hilfsstoff angegeben.

Rohstoff: Erz; Roheisen; Erdöl.

Werkstoff: Stahl; Grauguß, Plaste.

Hilfsstoff: Katalysator; Schmierstoff.

Als Sparstoff bezeichnet man einen Roh-, Werk-, oder Hilfsstoff, der nur in beschränktem Umfang zur Verfügung steht.

Unter dem Austauschstoff versteht man einen Roh-, Werk- oder Hilfsstoff, der für den gleichen Anwendungsfall den gestellten Bedingungen entspricht. Z. B. sind Plaste in vielen Fällen als Austauschstoffe für NE-Metalle einsetzbar.

EISENWERKSTOFFE

Eisen ist für die Technik das wichtigste Schwermetall. Es ist zu etwa 4,7 % am Aufbau der Erdrinde beteiligt. Gedeiegen kommt es nur in sehr geringen Mengen vor, z. B. in Form von Blättchen oder Körnchen in Basalten und Meteoriten. In überwiegendem Maße findet man Eisen in oxydischen, hydroxydischen oder karbonatischen Verbindungen, den Eisenerzen.

In reiner Form wird Eisen in der modernen Technik nur selten verwendet. Das technische Eisen besitzt immer einen bestimmten Anteil an sogenannten Eisenbegleiter: an Kohlenstoff (C); Silizium (Si), Mangan (Mn), Phosphor (P) und Schwefel (S). Der Kohlenstoff ist zugleich das wichtigste Legierungselement.

Man unterscheidet folgende Eisenwerkstoffe: Reineisen, Stahl, Gußeisen (Grauguß, Sonderguß, Hartguß, Temperguß oder Temperaturguß).

Reineisen wird überall dort angewendet, wo es auf hohe Dehnung, geringe Härte oder besondere Eigenschaften des reinen Eisens ankommt. So werden z. B. Dichtungen und Armaturen für Chemie und die Vakuumtechnik aus Reineisen hergestellt. Stahl ist ein technischer Eisenwerkstoff, der ohne Nachbehandlung schmied-, walz -oder preßbar ist. Diese Bedingung wird von den Fe-C-Legierungen mit weniger als 2,06 % C erfüllt.

Stahl wird überall dort eingesetzt, wo es auf hohe Festigkeit und gute Verarbeitungseigenschaften ankommt. Durch entsprechende Legierungszusätze lassen sich die Stahleigenschaften in weiten Grenzen variieren.

Gußeisen ist eine Sammelbezeichnung für Grauguß, Sonderguß, Hartguß und Temperguß. Sein C-Gehalt liegt über 2,6 % (2,6 bis 4,2 %). Es unterscheidet sich vom Stahl neben dem höheren C-Gehalt in erster Linie dadurch, daß es in der Regel durch Gießen, nicht durch Umformen in die gewünschte Form gebracht wird.

Grauguß wird für Maschinenteile und andere Gegenstände verwendet, die einer relativ geringen Zug-, Stoß- oder Schlagbeanspruchung unterworfen sind und die eine so komplizierte Form haben, daß sie sich durch Gießen am wirtschaftlichsten herstellen lassen.

Sonderguß ist ein hochlegierter Guß; er wird für Sonderzwecke angewendet, z. B. für spezielle Armaturen der chemischen Industrie.

Hartguß wird für Gußteile eingesetzt, die im ganzen oder nur an der Oberfläche sehr hart sein müssen.

Temperguß ist in beschränktem Maße schmiedbar. Er wird für Maschinenteile angewandt, die einer schlagartigen Beanspruchung unterliegen, als Schmiedestücke aber zu teuer sind und sich aus Stahlguß schlecht gießen lassen.

Die wichtigsten Ausgangsstoffe zur Erzeugung von Eisenwerkstoffen sind oxydische, hydroxydische und karbonatische Erze.

STÄHLE UND IHRE ANWENDUNG

Stähle werden in zwei große Gruppen eingeteilt: unlegierte Stähle und legierte Stähle. Ein Stahl gilt als unlegiert, wenn folgende Prozentsätze an Beimengungen nicht überschritten werden: Si 0,5 %; Mn 0,8 %; Al 0,1 %; Ti 0,1 %; Cu 0,25 %.

Kohlenstoff gilt nicht als Legierungsbestandteil, deshalb sind alle Kohlenstoffstähle unlegierte Stähle. Außerdem enthalten unlegierte Stähle geringe Beimengungen an Schwefel, Phosphor und Stickstoff. Dementsprechend ist ein Stahl legiert, wenn seine Zusammensetzung die angegebenen Grenzen überschreitet.

Die Gruppe der legierten Stähle kann man in niedriglegierte Stähle und in hochlegierte Stähle unterteilen. Als niedriglegiert gelten solche Stähle, die im allgemeinen nicht mehr als 5 % an Legierungselementen enthalten. Wird die Grenze überschritten, so gilt der Stahl als hochlegiert.

Als Legierungselement wird am häufigsten Chrom verwendet. Für die Herstellung von Maschinen, Apparaten und Maschinenteilen haben besonders große Bedeutung Chrom-Nickel-Stähle. Diese Stähle verfügen über gute Verformbarkeit, hohe

Festigkeit, Hitzebeständigkeit sowie Beständigkeit gegenüber Oxydationsmitteln. Diese Stähle verwendet man auch zur Herstellung nichtrostender Messer, Gabeln und anderer Haushaltgeräte.

Chrom-Molybdän- und Chrom-Vanadin-Stähle werden für die Herstellung von Rohrleitungen und Kompressorteilen für die Ammoniak-Synthese sowie für Flugzeugmotoren verwendet. Chrom-Wolfram-Stähle verwendet man für die Herstellung von Schneidwerkzeugen, die bei hohen Geschwindigkeiten arbeiten. Manganhaltige Stähle werden für die Herstellung von Eisenbahnradaxen, Eisenbahnweichen, Schienenkreuzstücken und Brechern verwendet.

Legierte Stähle finden heute eine weite Verwendung im Hochbau. Alle Konstruktionen des Stahlhochbaus sind fast ausschließlich aus gewalztem Flußstahl hergestellt.

Durch Anwendung legierter Stähle verringert man die Masse von Metallkonstruktionen, erhöht deren Festigkeit, Lebensdauer und Betriebssicherheit.

ALUMINIUM (Al)

Aluminium ist ein Metall von silberweißer Farbe. Es gehört zu den Leichtmetallen. In der Natur kommt Aluminium nicht in reinem Zustand, sondern als Oxyd vor. Aluminium besitzt viele wertvolle Eigenschaften. Es sind die gute Gußeigenschaft, die Korrosionsbeständigkeit und die Festigkeit der Legierungen. Aluminium ist ein guter Leiter für Wärme und Elektrizität. Seine hohe elektrische Leitfähigkeit wird in der Elektrotechnik ausgenutzt. Für die Herstellung von Leitungen und elektrischen Ausrüstungen erlangt Aluminium immer größere Bedeutung. Aus Aluminium werden Überlandleitungen hergestellt, die halb soviel Aluminium wie Kupfer fordern, um die gleiche Leitfähigkeit zu garantieren.

Von großer Bedeutung sind Aluminiumlegierungen. Einige Aluminiumlegierungen sind nicht weniger fest als Stahl, obwohl ihre Dichte nur zwei Fünftel bis ein Drittel der des Stahl beträgt.

Eine der bekanntesten Legierungen ist Duralumin. Es enthält außer Aluminium 5 % Kupfer, 0,5 % Magnesium und 0,5 % Mangan. Die Dichte von Duralumin beträgt etwa ein Drittel der Dichte des Stahls, die Zugfestigkeit ist aber so groß, wie die der besten Stahlsorten. Aluminium wurde zum wichtigsten Konstruktionsmaterial im Flugzeugbau. Seine Eigenschaften machen es auch äußerst wertvoll für alle Arten von Transportmitteln. So gestattet z. B. die Verwendung von Aluminium beim Bau von Eisenbahnwaggons, die Masse der Waggons auf die Hälfte zu senken. Gleichzeitig bekommt Aluminium immer größere Bedeutung im allgemeinen Maschinenbau für den Guß vieler Teile. Es dient auch zur Herstellung chemischer Apparate.

Aluminium wird auch im Bauwesen ausgenutzt. Es ersetzt hier in vielen Fällen mit Erfolg Stahl, Holz und Stahlbeton. Besonders wichtig ist die Anwendung von Aluminium dort, wo eine Verringerung der Masse der Konstruktionen besondere Bedeutung hat. Aluminium verwendet man auch im Haushalt. Das kommt hauptsächlich in Form verschiedenartiger Küchengeräte vor. Dabei werden außer der geringen Dichte und der Festigkeit des Aluminiums auch andere wertvolle Eigenschaften ausgenutzt: hohe Wärmeleitfähigkeit, Widerstandsfähigkeit gegenüber kaltem und siedendem Wasser, sowie die Ungiftigkeit seiner Verbindungen. Durch Aluminium werden wertvolle Metalle wie Kupfer und Zink ersetzt. In der Konservenindustrie tritt es an die Stelle von Weißblech.

Die industrielle Verwendung von Aluminium gewinnt immer mehr an Bedeutung.

KUPFER (Cu)

Unter den Ne-Metallen nehmen Kupfer und Aluminium nach dem Umfang ihrer Produktion die beiden ersten Plätze ein. Schnell wächst die Weltproduktion von Kupfer. Das erklärt sich dadurch, daß Kupfer technisch wichtige Eigenschaften besitzt. Das sind hohe elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit, Festigkeit und gute Gußeigenschaften. Kupfer ist gut schweißbar und korrosionsbeständig. Es erfordert nur in Sonderfällen einen Oberflächenschutz. Unter dem Einfluß von Atmosphärien entsteht eine hellgrüne Schutzschicht, die Patina heißt.

Wegen seiner guten elektrischen Leitfähigkeit verwendet man Kupfer in der Elektrotechnik. Kupfer ist ein hervorragend geeignetes Material für die Herstellung der verschiedensten elektrotechnischen Ausrüstungen. Zur Deckung dieses Bedarfes verwendet man etwa die Hälfte der Gesamtproduktion der Kupferhütten.

Im Maschinen- und Apparatebau verwendet man Kupfer zur Herstellung von Wärmeaustauschern, Schmier- und Brennstoffleitungen, Dichtungen für Verbrennungsmotoren und Lokomotivfeuerbüchsen.

Im Bauwesen wird Kupfer für hochwertige Dachabdeckungen eingesetzt. Außerdem hat reines Kupfer für die Legierungstechnik Bedeutung.

Kupfer kann mit einer großen Anzahl von Metallen Legierungen bilden. Die wichtigsten Legierungszusätze sind Zinn, Zink, Aluminium, Blei und Nickel. Daneben haben noch Beryllium, Mangan und Silizium Bedeutung.

Kupferlegierungen verwendet man als Werkstoffe im chemischen Apparatebau, zur Herstellung von Präzisionsgeräten sowie in der Kraftfahrzeugindustrie. Die Kupferlegierungen, die wegen der besseren Gießbarkeit, der besseren allgemeinen Verarbeitbarkeit und der geringen Kosten dem reinen Kupfer gegenüber eingeführt wurden, haben heute einen wesentlichen Anteil am gesamten Kupferverbrauch.

KORROSION DER METALLISCHEN WERKSTOFFE

Das Wort "die Korrosion" kommt aus dem Lateinischen "corrodere" – "zerfressen". Die Korrosion ist also eine Zerstörung von Metallen durch chemische oder elektrochemische Reaktion. Einer besonders starken chemischen Einwirkung sind Metalle und Legierungen in Apparaten der chemischen und der Erdölverarbeitenden Industrie ausgesetzt.

Die Korrosion kann auf verschiedene Weise vor sich gehen, und zwar als gleichmäßige oder örtliche Korrosion und als interkristalline Korrosion.

Bei der gleichmäßigen Korrosion kommt die Veränderung des Metalls gleichmäßig über eine große Fläche. Diese Korrosion ist verhältnismäßig harmlos.

Die dabei entstehenden Korrosionsprodukte können in vielen Fällen sogar zu einer Hemmung der Korrosion führen und dadurch schützend gegen weitere Metallzerstörung wirken.

Die örtliche Korrosion ist viel gefährlicher. Sie ist schwierig zu erkennen. Der Angriff konzentriert sich auf bestimmte Stellen der Oberfläche, und das Metall wird dort schließlich unter Bildung von trichterförmigen Kratern bis zur Durchlöcherung zerfressen.

Dadurch entstehen nicht nur Undichtheiten, sondern vor allem Gebiete stark verminderter Festigkeit, die zum vorzeitigen Versagen des ganzen Werkstückes oder Konstruktionsteils führen.

Die interkristalline Korrosion ist ebenso unangenehm. In diesem Falle schreitet der Angriff von der Oberfläche in das Innere des Metalls fort, ohne daß man äußerlich viel davon bemerkt. Die interkristalline Korrosion wird oft erst dann festgestellt, wenn das Material von innen her aufreißt und damit unbrauchbar geworden ist.

Manche Korrosionsprodukte haben besondere Namen erhalten. Sie bezeichnet man als Rost, weißer Rost und Grünspan.

Um metallische Werkstoffe vor Korrosion zu schützen, überzieht man die Oberfläche mit Schichten, die das darunterliegende Metall vor chemischen Einflüssen bewahren. Solche Schutzschichten können metallische und nichtmetallische Überzüge sein. Die Überzüge müssen dicht und für den angreifenden Stoff undurchlässig sein.

MASCHINENKUNDE

Es war ein weiter Weg von der Technik der Vorzeit und des Altertums bis zu den modernen Maschinen unserer Zeit, die den Menschen von schwerer und eintöniger körperlicher Arbeit befreien und die Arbeitsproduktivität steigern. Jetzt helfen die Maschinen, die von der Natur gebotenen Stoff- und Energiemengen aufzubereiten und in Bedarfsgüter für die Menschen umzuformen.

Dementsprechend ergeben sich zwei Hauptgruppen: 1) Maschinen zum Umformen der Energie (Energie- oder Kraftmaschinen); 2) Maschinen zum Umformen des Stoffes (Arbeitsmaschinen).

Die Energie wird teils unmittelbar (Wasser, Wind, Sonne), teils nach Erschließung und Aufbereitung (Kohle, Erdöl, Atomenergie) in technisch verwertbare Form (thermische, mechanische, elektrische Energie) umgewandelt. Sie fließt dann als solche direkt zu den Verbrauchern, z. B. als Wärme und Licht, oder dient als mechanische Energie zum Antrieb der Arbeitsmaschinen. Der Stoff wird mittels Maschinen gewonnen, aufbereitet, transportiert (Bergbau-, Land-, Fördertechnik) und in Verarbeitungsmaschinen zu Gebrauchsgütern umgeformt. Ein Teil des gewonnenen Stoffes und der Energie dient zur Herstellung von Produktionsmitteln mit Hilfe von Werkzeugmaschinen.

Die Grenze zwischen den einzelnen Maschinengattungen kann nicht immer scharf gezogen werden, denn bei manchen Produktionsprozessen gehen die Aufbereitung und Verarbeitung ineinander über.

UMFORMEN

Das Gießen. Unter dem Begriff "Gießen" werden Verfahren zusammengefaßt, bei denen flüssige Werkstoffe in vorbereitete Hohlräume (Gießformen) gefüllt werden, darin erstarren und damit ihre endgültige oder erste einfache Form für nachfolgende Formänderungsverfahren annehmen. Die größte Bedeutung haben die Gießverfahren für metallische Werkstoffe.

Das Schmieden. Unter Schmieden versteht man eine mechanische Bearbeitung bei hoher Temperatur zum Zwecke der Formgebung, die entweder dynamisch (durch Schläge mit dem Hammer) oder statisch (durch Pressen) bewirkt werden kann. Durch das Schmieden wird eine Verbesserung der Werkstoffeigenschaften bezweckt. Als Werkstoff dient ausschließlich Stahl. Die Schmiedbarkeit von Stahl sinkt mit steigendem C- und Mn-Gehalt ($Mn > 1\%$).

Grauguß ist nicht schmiedbar. Das Schmieden von Ne-Metallen wird als Warmpressen bezeichnet. Beim Schmieden entstehen wie beim Walzen Halbfabrikate.

Das Walzen. Die Formgebung beim Walzen erfolgt durch zwei sich entgegengesetzt drehenden Walzen, zwischen die das Werkstück – warm oder kalt – eingeschoben wird. Die drehenden Walzen nehmen das Werkstück durch Reibung mit, sie ziehen es zwischen sich hinein. Beim Walzen wird das Werkstück dünner und länger.

Die Größe der Reibung wird durch den Walzdruck bestimmt. Dieser erstreckt sich nicht gleichmäßig von der Werkstückoberfläche bis in das Innere fort, sondern nimmt allmählich ab. Daher ist auch die Reibung verschieden. Sie ist an der Werkstückoberfläche am größten. Die äußeren Werkstoffteilchen werden also in Walzrichtung in einem größeren Maße verschoben als die Innenteilchen.

Also ist die gewünschte Formgebung nicht in einem einmaligen Durchgang des Werkstückes durch die Walzen möglich. Meist sind mehrere Durchgänge (Stiche) mit allmählich abnehmenden Querschnitten erforderlich. Mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit hält man die Stichzahl möglichst niedrig. Übliche Werte für die erforderlichen Durchgänge (angefangen von der Bramme bis zum fertigen Profil) sind z. B.: 10 bis 25 Durchgänge beim Warmwalzen von Stahl, 40 bis 60 Durchgänge beim Kaltwalzen von Aluminium.

Wenn mehrere Walzgerüste hintereinander angeordnet sind, so bezeichnet man sie als Walzenstraße. Bei dieser Anordnung muß auf die richtige Walzgeschwindigkeit der einzelnen Walzgerüste geachtet werden. Die ständige Querschnittsverringerung hat eine entsprechende Verlängerung des Walzgutes zur Folge. Dementsprechend muß jedes nachfolgende Walzenpaar eine größere Walzgeschwindigkeit haben, sonst besteht die Gefahr, daß sich das Walzgut zwischen zwei Walzgerüsten aufbäumt. Die Walzgeschwindigkeit bewegt sich im allgemeinen zwischen 2 und 9 m/sec und ist auch von der Art des zu walzenden Profils abhängig.

VERBINDUNGSVERFAHREN

Nietverbindungen. Die Nietbauweise wird heute nur in besonderen Fällen angewendet. Das Ausgangsmaterial der Niete ist gewalzter Rundstahl, der in Stücke geschnitten wird. Durch Anstauchen eines Kopfes entsteht der Rohniet. Der Rohniet wird im warmen Zustand in das gebohrte Nietloch eingeführt. Der aus der Bohrung herausragende Teil des Nietschaftes muß zuerst gestaucht und dann zu einem zweiten Kopf, dem sogenannten Schließkopf geformt werden.

Der Rohnietdurchmesser ist stets einen Millimeter kleiner als der Lochdurchmesser. Durch das Stauchen des Nietschaftes erhält der Niet ebenfalls den Durchmesser des Nietloches und füllt dieses vollständig aus.

Man unterscheidet folgende Nietverfahren: Handnietung, Nietung mit dem Preßlufthammer und Nietung mit der Nietmaschine. Das älteste Verfahren ist die Handnietung. Heute wird aber meistens mit dem Preßlufthammer genietet. Bei der Handnietung besteht die Nietkolonne aus 5 Männern und bei der Verwendung von Preßluft benötigt man nur drei Männer: den Nietwärmer, den Gegenhalter und den Nieter. Die Nietzeit beträgt bei der Handnietung 30 bis 40 Sekunden, bei der Nietung mit Preßlufthammer nur 12 bis 15 Sekunden.

Bei der Maschinennietung wird der Schließkopf nicht durch Schlag, sondern durch Druck gebildet.

Entscheidend für die Güte einer Nietverbindung ist die Nietlochfüllung. Eine gute Nietlochfüllung ist erreicht, wenn die Bohrung satt mit dem Nietwerkstoff ausgefüllt ist. Die Schaftlänge des Rohniets muß daher von vornherein so bemessen werden, daß genügend Material zur Nietlochfüllung und zur Schließkopfbildung vorhanden ist.

Schraubenverbindungen. Im Gegensatz zu den Nietverbindungen sind Schraubenverbindungen lösbare Verbindungen.

Im Stahlbau werden besonders zwei Schraubenarten verwendet: rohe Sechskantschrauben (schwarze Schrauben) mit Sechskantenmutter und Unterlegscheiben und blanke Sechskantschrauben (gedrehte oder Paßschrauben) mit Sechskantenmutter und Unterlegscheibe.

Die rohen Sechskantschrauben haben einen unbearbeiteten Schaft, so daß ein verhältnismäßig großer Spielraum zwischen Schaft und Bohrloch auftritt. Deshalb dürfen rohe Schrauben nicht bei wechselnd oder stoßweise beanspruchten Stahlbauwerken (Brücken) verwendet werden.

Im Gegensatz zu den rohen Schrauben haben die Paßschrauben einen genau zylindrisch bearbeiteten Schaft, so daß sie ohne Spielraum das Bohrloch ausfüllen. Paßschrauben ersetzen daher praktisch gleichzeitig die Niete und sind auch bei dynamisch belasteten Bauwerken zugelassen.

Sind verschraubte Bauteile Erschütterungen ausgesetzt, so müssen die Muttern gegen selbsttätiges Lösen gesichert werden. Man verwendet dazu Doppelmuttern, Splinte oder Federringe.

VERBINDUNGSVERFAHREN (FORTSETZUNG)

Das Schrumpfen. Das Schrumpfen ist ein Verbindungsverfahren, bei dem die Eigenschaft der meisten Werkstoffe, sich beim Erwärmen auszudehnen und beim Erkalten zusammenzuziehen, ausgenutzt wird. Typische Beispiele aus dem Maschinenbau sind das Aufschrumpfen von Zahnrädern auf die Ritzelwelle oder das Aufschrumpfen von Kurbelwangen beim Bau von schweren Kurbelwellen.

Beim Schrumpfen wird entweder dem aufzuschrumpfenden Teil Wärme zugeführt, so daß er sich ausdehnt, oder der einzuschrumpfende Teil wird durch ein Kältemittel (z.B. flüssige Luft, Kohlendioxid) unterkühlt, so daß er sich zusammenzieht. Nun kann man die beiden Teile ineinanderstecken. Wenn die Raumtemperatur wieder erreicht ist, zieht sich der Teil wieder zusammen bzw. dehnt sich aus. Dabei werden Kräfte wirksam, durch die eine kraftschlüssige Verbindung vorbeigeführt wird. Man kann auch beide Verfahren gleichzeitig anwenden. Es ist ein Vorteil dieses Verfahrens, daß alle besonderen Verbindungselemente, wie Schrauben, Keile usw., wegfallen.

Das Lötten. Das Lötten ist ein stofflüssiges Verbindungsverfahren. Beim Lötvorgang tritt an den Grenzflächen, d.h. an den Berührungsflächen der zu verbindenden Werkstücke, eine Legierungsbildung infolge Diffusion des Lötwerkstoffes in den Grundwerkstoff ein.

Die Lötbarkeit ist gut bei Stahl, Kupfer, Messing, Zink, Blei, Zinn und Edelmetallen, während das Lötten bei Grauguß und Aluminium Schwierigkeiten bereitet.

Die Lötwerkstoffe werden nach ihrem Schmelzpunkt eingeteilt in Weichlote (mit dem Schmelzpunkt unterhalb 450 °C) und Hartlote (mit einem Schmelzpunkt oberhalb 450 °C).

Die Weichlote sind Blei-Zinn-Legierungen. Die Hartlote sind Kupfer-, Zinn- und Silberlegierungen.

Zum Lötten benötigt man Flußmittel, die den Zweck haben, auf der vorgereinigten Lötstelle die Metalloxyde zu binden und die Lötstelle gegen Einwirkungen des Luftsauerstoffes zu schützen. Ein wichtiges Flußmittel ist das Lötwasser. Die Erwärmung der Lötstelle kann durch den LötKolben, die Flamme oder das Lot erfolgen. Der LötKolben überträgt die Wärme auf die Lötstelle und bringt gleichzeitig das Lot auf das Werkstück auf. Die Temperatur des Kolbens soll zwischen 250 und 500 °C liegen. Beim Lötten unterscheiden wir folgende Arbeitsgänge: die Vorarbeit, die aus dem Reinigen und Festspannen der Werkstücke und dem Anbringen des Lotes besteht, den eigentlichen Lötprozeß und die Nacharbeit, die aus dem Lösen der Spannvorrichtung nach Erkalten der Lötstelle und dem Entfernen der Schlacke sowie des überflüssigen Lotes besteht.

Das Schweißen. Als Schweißen bezeichnet man das Vereinigen gleicher oder ähnlicher Werkstoffe in der Art, daß Schweißstelle und Grundmaterial zusammen ein möglichst gleichartiges und gleichwertiges Ganzes bilden. Das Vereinigen erfolgt mit oder ohne Zusatz von artgleichem Werkstoff (Zusatzwerkstoff) mit gleichem oder nahezu gleichem Schmelzbereich.

Neben verschiedenen Sonderverfahren sind beim Schweißen zwei Gruppen zu unterscheiden: das Preßschweißen und das Schmelzschweißen. Alle in der Technik als Werkstoff verwendeten Metalle sowie die thermoplastischen Kunststoffe sind schweißbar, z.B. Stahl ist gut preßschweißbar (um so besser, je geringer der C-Gehalt ist). Gut schmelzschweißbar sind auch Kupfer und viele Kupferlegierungen, Blei, Silber und Gold.

TURBINEN

Unter einer Turbine versteht man eine Kraftmaschine mit rotierender (kreisender) Bewegung des angetriebenen Maschinenteils. Die rotierende Bewegung wird durch ein Medium (Luft, Wasser, Dampf oder Gas) erzeugt, das durch den Maschinenteil hindurchfließt oder strömt und seine Energie abgibt.

Eine Turbine besteht aus zwei Schaufelsystemen, und zwar ist das eine mit dem Gehäuse verbunden und ruht, während das andere mit der Welle verbunden ist und umläuft. Diese Schaufelsysteme heißen: das ruhende Schaufelsystem und das Laufschaufelsystem.

Das ruhende Schaufelsystem wird auch Leitvorrichtung, Leitapparat oder Leitrad genannt und ist nach Bauart und Verwendungszweck der Turbinen verschieden ausgeführt. Es besitzt oft verstellbare Schaufeln, d.h. die Schaufeln sind drehbar angeordnet, um die Anströmrichtung des Wassers bzw. des Mediums verändern zu können. Im Unterschied dazu wird das Laufschaufelsystem oder Laufrad durch das Medium bewegt und in Umdrehung gesetzt. Es ist entweder ein Schaufelrad oder hat die Form eines Propellers.

Die Schaufel dient zum Aufbau der beiden Schaufelsysteme und ist das wichtigste Bauelement einer Turbine. Sie muß die strömende Energie so übertragen, daß möglichst keine Stauung eintritt. Das wird durch die Form der Schaufel erreicht. Durch

entsprechende Form der Schaufel wird nicht nur die Strömungsrichtung des Mediums beeinflusst, sondern auch die Geschwindigkeit des Mediums erhöht. Ihre sorgfältige Konstruktion ist auch deshalb notwendig, weil das strömende Medium eine Masse besitzt und auf die Schaufel eine Kraft ausübt, die nach dem Grundgesetz der Mechanik gleich Masse mal Beschleunigung ($P = mb$) ist.

Neben der Schaufel gibt es noch die Düse und den Diffusor als Bauelemente einer Turbine. Als Düse bezeichnet man einen sich verkleinernden Kanal, der zur Erhöhung der Geschwindigkeit des Mediums und zur Umsetzung von Druckenergie in Geschwindigkeitsenergie dient.

Ein Diffusor ist ein in der Strömungsrichtung konisch erweiterter Kanal. Er hat die Aufgabe, die Geschwindigkeitsenergie in Druck umzusetzen. Der Diffusor befindet sich deshalb in einer Turbine dort, wo das Medium austritt.

Schaufel, Düse und Diffusor bezeichnet man als die einfachen, den Leitapparat und das Laufrad als die zusammengesetzten Bauelemente einer Turbine.

Je nach der Führung des Stoffstromes (des Mediums) unterscheidet man Axialturbinen und Radialturbinen. Strömt das Arbeitsmittel parallel zur Welle durch die Laufräder, so spricht man von Axialturbinen; strömt es radial von innen nach außen oder umgekehrt durch die Laufräder, bezeichnet man sie als Radialturbinen.

VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN

Bei der Dampfmaschine geht auf dem Wege vom Kessel zum Zylinder ein Teil der Spannung des Dampfes für die Gewinnung nutzbarer Arbeit verloren. Dementgegen wird bei den Verbrennungskraftmaschinen das hochgespannte Gas unmittelbar im Zylinder erzeugt.

Man unterscheidet Ottomotoren (Vergasermotoren) und Dieselmotoren. Bei den Ottomotoren werden leichtflüchtige Triebstoffe in einem besonderen Vergaser außerhalb des Zylinders fein zerstäubt und teilweise dabei vergast. Die Zündung des Treibstoff-Luft-Gemisches erfolgt im Zylinder mittels einer Zündkerze.

In den Dieselmotoren werden schwerflüchtige Triebstoffe verbrannt. Sie werden unmittelbar in den Zylinder eingespritzt und entzünden sich infolge der hohen Temperatur der ebenfalls dem Zylinder zugeführten und dort durch Bewegung des Kolbens stark komprimierten Luft. Dieselmotoren brauchen demnach keinen Vergaser und keine Zündeinrichtung.

Sowohl Otto- als auch Dieselmotoren können als Viertakt- oder als Zweitaktmaschinen gebaut werden.

Kraftstoff für Vergasermotoren. Für Vergasermotoren werden folgende Kraftstoff marken hergestellt: A-66, A3-66; A-72; A-74 und A-76. Der Buchstabe "A" bedeutet, daß es sich um Autobenzin handelt, der Buchstabe "3" wird hinzugefügt, wenn von Zonenbenzin die Rede ist, die Ziffer bedeutet die mindestzulässige Oktanzahl des Benzins.

Kraftstoff für Dieselmotoren. Für Dieselmotoren werden Dieselkraftstoffmarken "DA", "D3" und "DJI" hergestellt. Der Buchstabe "D" bedeutet, daß es sich um Dieselkraftstoff handelt, die Buchstaben A, 3 und JI bezeichnen entsprechend arktischen Kraftstoff, Winter- und Sommerkraftstoff. Der arktische Dieselkraftstoff (DA) wird bei einer Temperatur der Umgebungsluft unter -30 °C verwendet, der Winter-Dieselmotorkraftstoff (D3) bei der Temperatur über -30 °C und der Sommer-Dieselmotorkraftstoff (DJI) bei einer Temperatur, die 0 °C übersteigt. Außerdem wird für Kraftwagen-Dieselmotoren der sogenannte Auto-Traktorendieselmotorkraftstoff verwendet, der zwei Herstellungsmarken hat: Winterkraftstoff "3" und Sommerkraftstoff "JI". Der Winter- und Sommerkraftstoff ist für dieselben Verhältnisse wie die oben angeführten Kraftstoffe D3 und DJI geeignet.

LEITER UND NICHTLEITER

Die erwähnte Fortpflanzung des elektrischen Zustandes durch Verschiebung der Elektronen von einem Molekül zum anderen ist nicht in allen Körpern gleichmäßig. Körper mit hohem Leitvermögen werden Leiter genannt. Durch andere Körper ist ein derartiger Elektronentransport von Molekül zu Molekül nicht möglich. Die Atome dieser Körper halten ihre Elektronen fest, sie enthalten keine "freien" Elektronen, daher werden derartige Körper Nichtleiter oder Isolatoren genannt. Zu den Leitern gehören alle Metalle, Kohle, Graphit, feuchte Erde usw. Die wichtigsten Nichtleiter sind Glas, Porzellan, Hartgummi und ähnliche Gummipräparate; auch Kunstharzstoffe werden in der modernen Elektrotechnik vielfach als Isoliermaterial verwendet. Dagegen sind organische Stoffe, Marmor, Schiefer und Verbindungen des Siliziums als sog. Halbleiter bekannt, d.h. die Fortbewegung der Elektronen in diesen Körpern ist nur schwer möglich oder, wie man sagt, sie setzen dem Durchgange des elektrischen Stromes einen großen Widerstand entgegen.

Es sei erwähnt, daß die besten Leiter die Metalle sind, doch sind auch hier wieder bessere und schlechtere Leiter zu unterscheiden.

Eine besondere Art der Stromleitung zeigen die Flüssigkeiten. Diese sind nur dann stromleitend, wenn sie Spuren von Metallen, Säuren oder Basen enthalten. Chemisch reines Wasser ist ein guter Isolator, ebenso Öl, Petroleum usw. Säure- oder Salzlösungen machen das Wasser stromleitend, doch unterscheidet sich diese Art der Stromleitung wesentlich von der in den Metallen. Auch in den Gasen und im Vakuum ist die Stromleitung eine andere als in den Metallen. Bei normalem Druck und normaler Temperatur sind Gase isolierend, da in ihnen keine freien beweglichen Elektronen vorkommen. Eine Stromleitung der Gase ist nur dann möglich, wenn sich in ihnen Ionen, also positiv oder negativ elektrisch geladene Atome befinden. Man sagt dann, das Gas ist ionisiert. Eine solche Ionisierung kann verschiedene Gründe haben. Bei sehr hoher Verdünnung der Gase können durch entsprechend hohe Spannungen Ionen in ihnen erzeugt werden. Eine Ionisation der Gase tritt auch bei sehr hohen Temperatur ein.

СОДЕРЖАНИЕ

Gewicht und Masse	3
Die Temperatur	3
Das Quecksilberthermometer	4
Energie der Sonne	4
Änderung der Aggregatzustände	5
Verflüssigung von Gasen	5
Trockeneis	5
Elektrischer Strom	6
Schaltung	6
Glühlampe	7
Reparatur am Fahrrad	7
Die Energie in der Natur	8
Elektrische Beleuchtung	9
Elektrische Heizung	9
Die Wirbelströme	10
Elektrifizierung des Verkehrswesen	11
Magnete und Magnetismus	12
Kraftfeld	12
Der Elektromagnet	12
Der Kopfhörer	13
Das Magnettongerät	14
Gewinnung von elektrischer Energie	15
Der Dynamo in der Taschenlampe	15
Röntgenstrahlen	16
Die Atomenergie	16
Der Atomkern	17
Das erste Atomkraftwerk der Welt	17
Radioisotope	18
Das Unsichtbare wird sichtbar	18
Radiokobalt im Hochofen	19
Es beginnt mit dem großen C	20
Der Schwefel	20
Die Kohle	21
Veredlung der Kohle	22
Das Holz	22
Veredlungsformen des Holzes	23
Das Erdöl	24
Stoffe aus Erdöl	24
Silizium	25

Glas	26
Keramische Erzeugnisse	27
Plaste	27
Chemiefasern	28
Einige häufig verwendete Begriffe der Technik	29
Eisenwerkstoffe	30
Stähle und ihre Anwendung	31
Aluminium (Al)	31
Kupfer (Cu)	32
Korrosion der metallischen Werkstoffe	33
Maschinenkunde	34
Umformen	34
Verbindungsverfahren	35
Verbindungsverfahren (Fortsetzung)	36
Turbinen	38
Verbrennungskraftmaschinen	39
Leiter und Nichtleiter	39

ДЛЯ СЛОВАРЯ



|