# Ursachen der Werkstoffeigenschaften

Wie gut sich ein Werkstoff für die Praxis eignet, ist abhängig vom chemischen Aufbau und der Art und Weise der seiner bindenden Teilchen. Durch den inneren Aufbau der Stoffe wird die Struktur, d.h. ihr innerer Aufbau, definiert. Wenn sich Werkstoffe verfestigen, so kristallisieren sie in unterschiedlichen homogenen Teilbereichen in ihrem Gitteraufbau. Je nach Gittertyp erhält somit ein Werkstoff andere Eigenschaften. Diese homogenen Bereiche nennt man Phasen. Die Elektronen spielen für die Bindung unter den Atomen eine zentrale Rolle. Sie stellen den Klebstoff dar, mit denen die Werkstoffe ihre Festigkeit erhalten.

Bindungszustand

Struktur

Phasen

Energieverteilung  
der Elektronen

Eigenschaften  
des Werkstoffes

## Materiebausteine

Alle Werkstoffe, die wir kennen, bestehen aus kleinsten Teilchen. Dazu gehören Atome, Ionen und Moleküle. Diese Teilchen sind nur mit Hilfsmittel wie Elektronenrastermikroskope erkennbar. Darum werden oft Teilchenmodelle verwendet, in denen die wichtigsten Erkenntnisse über den Aufbau, die Anordnung und das Verhalten der Teilchen zueinander vereinfacht dargestellt werden.

Es können folgende Aussagen oder Vereinfachungen zu den Teilchenmodellen festgelegt werden:

* **Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen.**
* **Zwischen diesen Teilchen ist leerer Raum.**
* **Die Teilchen befinden sich in ständiger Bewegung, werden aber oft rein statisch dargestellt.**
* **Zwischen den Teilchen wirken Kräfte, die auf Abstossung oder Anziehung beruhen und ihren Ursprung im elektrischen Ladungszustand der Teilchen haben.**

## Eigenschaften der Bausteine

Die Materialien, aus denen alle Körper aufgebaut sind, nennt der Chemiker Stoffe. Jeder Stoff hat bestimmte Eigenschaften, die ihn charakterisieren. Stoffe besitzen Aggregatzustände und nehmen Raum ein. Sie besitzen somit Volumen, Dichte und Masse. Stoffe sind aus Teilchen zusammengesetzt.

## Reine Stoffe und Stoffgemische

Reine Stoffe sind nur aus Teilchen einer Art aufgebaut. Sind diese Teilchen gleichzeitig auch nur eine Atomsorte, so kann man diesen Stoffen auch noch Elemente nennen.

Chemische Verbindungen bestehen aus mindesten zwei miteinander verbunden Teilchen. Das können Ionen oder Atome sein.

Als Moleküle werden Verbindungen bezeichnet, deren Bindungselektronen sich gegenseitig geteilt werden. Als Ionensubstanzen werden Verbindungen bezeichnet, deren überschüssiges Bindungselektron von einem zum anderen Atom wechselt. Es entstehen bei dieser Verbindung Salze. Moleküle und Ionensubstanzen sind reine Stoffe, die nur durch chemische Verfahren weiter zerteilt werden können.

Auftrag:  
**Bitte ergänzen Sie die Tabelle auf der nächsten Seite mit je einem Beispiel!**

Stoffgemische oder auch Gemenge bestehen aus zwei oder drei unterschiedlichen Stoffen, die meist physikalisch zusammengefügt wurden. Lassen sich die einzelnen Teile nicht mehr vom blossen Auge oder dem Mikroskop unterscheiden, so spricht man von homogenen Gemischen, andernfalls von heterogenen Gemischen. Da die Stoffgemische physikalisch zusammenhängen, können diese auch so wieder getrennt werden. Man nennt diese Verfahren physikalische Trennmethoden. Dazu gehören unter anderem Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren oder Sieben. Jeder dieser Verfahren liegt eine physikalische Eigenschaft zu Grunde, in der sich die einzelnen Sorten eben unterscheiden.

Auftrag:

**Bitte ergänzen Sie die Tabelle mit der physikalischen Eigenschaft, mit dessen Hilfe man die   
Gemische trennen kann!**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Skizze** | **phys. Eigs.** | **Methode** | **Beispiel** |
|  | Korngrösse | **Sieben**  Lockere Feststoffgemische können aufgrund der Korngrösse mit einem Sieb getrennt werden. | Kies, Sand, Mehl |
|  | Feromagnetishce Teilchen | **Magnetabscheiden**  Mit einem Magnet werden magnetische Stoffe von nichtmagnetischen getrennt. | Aussortieren von weissblechdosen aus dem Abfall |
|  | Dichte d.  Teilchen | **Sedimentieren**  In einer Flüssigkeit sinkt ein Feststoff wegen seiner Dichte auf den Grund. Er sedimentiert. | Wasserreinigung in Kläranlagen |
|  | Dichte der Teilchen | **Dekantieren**  Nach der Sedimentation des Feststoffes wird die Flüssigkeit abgegossen. | Wein |
|  | Teilchengrösse | **Filtrieren**  Durch die feinen Poren des Filters kommt nur der eine Stoff durch. Der andere bleibt  im Filter hängen. | Kaffee oder Tee |
|  | Teilchengrösse | **Absorption (Absaugen)**  Adsorption bedeutet, dass ein Stoff auf der Oberfläche eines anderen (z.B. Aktivkohle) haften bleibt. Stoffe mit verschiedenen Adsorptionseigenschaften können so voneinander getrennt werden. | Wasserreinigung |
|  | Verdampfungspunkt | **Abdampfen**  Beim Heizen verdampft das Lösungsmittel, der Feststoff bleibt zurück. | Karamellisieren von Mandeln |
|  | Siedepunkt und verdampfungspunkt | **Destillieren**  Verschiedene Bestandteile einer Lösung sieden bei verschiedenen Temperaturen. Wird die Lösung konstant auf einer Temperatur gehalten, verdampft nur ein Bestandteil. Dieser wird im Kühler kondensiert und dann aufgefangen-gen. | Hochprozentigen Alkohol, Schnaps |
|  | Dihcte der Teilchen | **Zentrifugieren**  Die Gemische werden mit hoher Geschwindigkeit gedreht, durch die hohen Fliehkräfte streben die Bestandteile mit einer hohen Dichte gegen aussen. | Wäsche schleudern |
|  | Löslichkeit der Teilchen | **Extrahieren**  Ein Gemisch wird in ein Lösungsmittel gelegt oder mit einem Lösungsmittel umspült. Die löslichen Bestandteile des Gemisches gehen ins Lösungsmittel, die unlöslichen nicht. (Absorption = „aufsaugen“ in Lösung gehen) | Kaffee, Geschmackstoffe der Kaffeebohnen lösen sich im Wasser |
|  | Löslichkeit und Dichte der Teilchen | **Chromographieren**  Mit Hilfe er Chromatografie (Hafttrennung) lassen sich kleinste Portionen von Gemischen auftrennen. Die Bestandteile des Gemisches wandern mit verschiedenen Geschwindigkeiten und werden aufgetrennt. | Tintenanalyse |
|  |  |  |  |

## Atome

Auftrag:

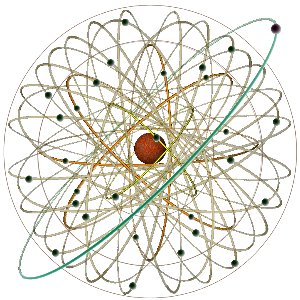
***Ergänzen Sie den Text mit folgenden Begriffen!***

**Anionen / Atomhülle / Atomkern / chemischen / elektrisch geladene / Ionen / Kationen / kleinsten / Makromoleküle / Moleküle / reine**

Atome sind die chemischen Bausteine der Stoffe und bestehen aus Atomkern und Atomhülle .Sie lassen sich mit chemischen Mittel nicht mehr weiter zerlegen. Elemente sind chemisch reine Stoffe, die aus nur einer Atomsorte bestehen.

Ionen sind kleinsten Teilchen. Geben Atome Elektronen ab oder nehmen sie Elektronen auf, so entstehen Ionen . Positiv geladene Ionen heissen Kationen , negativ geladene Ionen werden Anionen genannt.

Mohlekühle nennt man die Teilchen, die aus mehr als zwei Atomen aufgebaut sind. Die Atome sind über elektrische Kräfte miteinander verbunden. Sie spiegeln die kleinsten Teilchen dar, die noch die Eigenschaften des Stoffes wiederspiegeln. Moleküle können aber, im Gegensatz zu den Atomen, mit chemischen Methoden in ihre Atome zerlegt werden.

Moleküle sind von ihrer Grösse her sehr unterschiedlich. Unterschieden wird in kleine Moleküle, mehratomige Moleküle und Makromolekühle . Vor allem die letzte Gruppe wird bei den Kunststoffen dann anzutreffen sein. Sie bestehen aus mehreren zehntausenden von Atomen.

## Atombau

Auftrag:

***Ergänzen Sie den Text mit folgenden Begriffen!***

**Aussenelektronen / Elektronen / keine / Kernspaltung / Leitung / Massezahl / negativ / Neutronen / Ordnungszahl / positiv / Protonen / Radioaktivität / Schalen / Valenzelektronen / verschieben**

Der Aufbau des Atoms besteht aus drei Bausteinen, den Protonen, den Neutronen und den Elektronen.

Der Atomkern befindet sich im Zentrum des Atoms und ist elektrisch positiv geladen. Diese Ladung erhält er durch die Protonen .

Neben den elektrisch positiven Protonen gibt es im Zentrum auch noch die Neutronen , die … elektrische Ladung besitzen. Ihre Aufgabe besteht darin, die Protonen daran zu hindern, sich gegenseitig abzustossen. Zerfällt ein Kern, so wird Strahlung frei und man spricht allgemein von Kernspaltung oder Radioaktivität .

Die Protonen und Neutronen machen fast die gesamte Masse des Atoms aus. Man kann also durch die jeweilige Anzahl der Protonen und Neutronen auf die Massezahl des Atoms schliessen. Die Anzahl der Protonen bezeichnet man auch als Ordnungszahl . Sie wird später im Periodensystem der Elemente eine wichtige Grösse darstellen.

Merksätze zum Atombau:

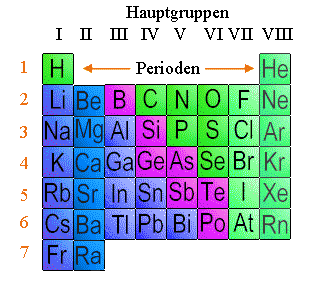
**Anzahl der Protonen + Abzahl der Neutronen = Massezahl des Atoms**

**Protonen und Neutronen bilden zusammen den Atomkern.**

Die Atomhülle ist der äussere Bereich um den Kern herum. Sie ist elektrisch negativ geladen und enthält die Elektronen . Die Elementarteilchen, also die negativ geladenen Elektronen, sind für die Leitung des elektrischen Stromes verantwortlich, die die Grundlage der Elektrizität darstellen. Die Masse der Elektronen ist sehr gering und stellt nur den 1/1836-Teil der Masse des Protons dar. Die Elektronen lassen sich durch die geringe Masse also viel leichter verschieben .

Die Elektronen selber ordnen sich in unterschiedlichen Energieniveaus an und bewegen sich mit grosser Geschwindigkeit. Diese Energieniveaus werden auch als … bezeichnet. Die Elektronen in der äussersten Schale nennt man auch Valenzelektronen oder Aussenelektronen . Sie können unter bestimmten Voraussetzungen den Atomkern verlassen und sich bei anderen Atomen anhängen. Diese Fähigkeit steht der Bindungslehre zu Grunde und wird später weiter ausgeführt.

## Aufbau des Periodensystems

Der Atombau definiert die Stellung eines Elements im Periodensystem. In diesem System sind alle bekannten Elemente gemäss ihren chemischen Eigenschaften angeordnet. Bis heute umfasst das Periodensystem der Elemente (PSE) 118 Atomsorten. Die Anzahl der Protonen bestimmt das Element oder die Atomsorte. Die Anordnung im PSE geschieht nach folgenden Kriterien:

* Die Anzahl der Elektronen in der äussersten Schale ergibt die Hauptgruppen-Zahl. Elemente mit der gleichen Anzahl Aussenelektronen haben ähnliche chemische Eigenschaften. Die Hauptgruppen-Zahl wird als römische Zahl von I bis VIII geschrieben.
* Innerhalb der Gruppe (senkrecht) nehmen die Elektronegativität trotz steigender Ordnungszahl und der Nichtmetallcharakter ab. Der Atomradius und der Metallcharakter nehmen zu.
* Die Anzahl der Elektronenschalen gibt die Perioden-Zahl an. Die Atomhülle wird in maximal 7 Elektronenschalen = Perioden unterteilt. Elemente, die der gleichen Periode angehören, besitzen also die gleiche Anzahl Schalen. Die Perioden-Zahl wird mit den Zahlen 1 bis 7 definiert.
* Innerhalb der Perioden (waagrecht) nehmen mit zunehmender Ordnungszahl der Radius und der Metallcharakter der Atome ab. Die Elektronegativität und Nichtmetallcharakter nehmen zu.

Da nicht alle Elemente in dieser Matrix Platz finden, sind die restlichen Elemente in drei weiteren Gruppen zusammengefasst: den Nebengruppen, den Lanthaniden und den Actiniden.

Somit ergibt sich das komplette PSE. Aus der Stellung der Elemente im Periodensystem kann auf den Bau seiner Atome und seiner chemischen Eigenschaften geschlossen werden.

Die Elemente der I. Hauptgruppe werden als Alkalimetalle bezeichnet. Die Elemente der VII. Hauptgruppen sind als Halogene bekannt und die Edelgase findet man in der VIII. Hauptgruppe.

## Valenzelektronen

Auftrag:

***Ergänzen Sie den Text mit folgenden Begriffen!***

**Aussenelektronen / Bindungselektronen / Edelgaskonfiguration / Elektronegativität / Oktettregel /supraleitenden / Valenzelektronen**

Da die äussersten Elektronen in der Atomhülle sehr wichtig sind für das Verständnis der Bindungslehre, werden diese oft speziell als Valenzelektronen , Bindungselektronen oder Aussenelekronen bezeichnet. Sie sind verantwortlich, mit welchen anderen Stoffe Verbindungen eingegangen werden oder nicht. Sie stellen die Ladungsträger zur Verfügung, wenn die elektrische und thermische Leitfähigkeit von Stoffen betrachtet werden und sie können sich zu sogen. Copperpaaren zusammenschlissen, um sogar einen Edelgass Zustand zu generieren.

Eine dabei wichtige Grösse spielt die Elektronegativiät der Elemente resp. Atome. Sie beschreibt in einem Zahlenwert, wie gross die Anziehungskraft der Atomkerne zu ihren Valenzelektronen ist. Je kleiner dabei die Distanz ist (Grösse des Atomradius), desto stärker ist somit die Anziehungskraft und desto geringer ist die Neigung, sich mit anderen Stoffen zu verbinden.

## Oktettregel

Die Valenzelektronen sind einerseits „chemisch“ aktiv, weil sie das höchste Energieniveau besitzen. Andererseits haben die Atome das Bestreben, einen möglichst energiearmen und stabilen Zustand ihrer Schalen zu erhalten. Darum werden Elemente mit sehr wenigen oder sehr vielen Valenzelektronen versuchen, Elektronen ab resp. Aufzunehmen, um die gleiche Konfiguration der Edelgase zu erhalten. Alle Atome wollen eine voll besetzte Aussenschale haben. Dieses Bestreben wird als Oktetregell oder als Edelgasskonfiguration bezeichnet.

## Bindungsarten

Auftrag:

***Ergänzen Sie den Text mit folgenden Begriffen!***

**Elektrolyte / Elektronenpaarbindung / Gitterstruktur / Metallbindung / Ionenbindung / Sauerstoff / Silizium / Strom / Wasser**

Es gibt drei verschiedene Bindungsarten, die nun kurz beschrieben werden:

* Metallbindung
* Elektronenpaarbindung
* Ionenbindung

Metallbindung: Metalle besitzen nur wenige schwach gebundene Valenzelektronen, die relativ leicht abgegeben werden können. Geben Metallatome ihre Valenzelektronen ab, so entstehen negative, frei bewegliche Elektronen, das Elektronengas. Aufgrund der unterschiedliche Ladung entstehen zwischen den Atomrümpfen (+) und dem Elektronengas (-) anziehende Kräfte und zwischen den einzelnen Atomrümpfen abstossende Kräfte. Es entsteht eine regelmässige Struktur, die Gitterstruktur .

Ionenbindung: Um durch eine chemische Reaktion den Edelgaszustand in der Außenschale zu erreichen, verhalten sich Metalle genau umgekehrt wie Nichtmetalle: Metallatome geben während der Reaktion Außenelektronen ab. Nichtmetallatome nehmen dagegen weitere Elektronen in ihre Außenhülle auf. Die sich bildende Struktur ist wie die der Metalle regelmässig organisiert, es bilden sich starke Kristalle, so genannte Salze. Werden diese Salze in einer Flüssigkeit gelöst, z.B. in Wasser, so werden die einzelnen Ionen wieder aufgetrennt und es entstehen schwimmende Kationen und Anionen. Diese Flüssigkeiten nennt man Elektrolyten und sie leiten den elektrischen Strom.

Elektronenbindung: Nichtmetalle gehen untereinander Elektronenpaarbindungen ein, d.h. hier gibt keiner der Partner Außenelektronen ab oder nimmt zusätzliche Elektronen auf, sondern sie teilen sie sich. Die Bindungselektronen bewegen sich in den Außenhüllen beider Atome. Entgegen der beiden anderen Bindungsarten führen Elektronenpaarbindungen zu ganz unterschiedlichen Verbindungen. Zu den berühmtesten gehören Wasser H2O, Sauerstoff O2 und Silicium als Einkristall.