

Graphit

ein zukunftsweisender Werkstoff gestern und heute

Text und Bildquelle: SGL Group - www.sglgroup.com

Grafit, ein alltäglicher Werkstoff in der Glasbearbeitung, ist doch im Detail wenigen bekannt. In Gesprächen mit Stefan Andrä entstand die Idee diesen faszinierenden Werkstoff und seine Möglichkeiten näher zu betrachten. Bei der Bearbeitung des Werkstoffes Grafit kann sich Andrä Grafittechnik auf eine lange Tradition berufen. Die von Gustav Eiternick, dem Urgroßvater von Stefan Andrä, in Ilmenau gegründete Firma hat in ihrer langen Firmengeschichte eine Menge Wissen und Erfahrung gesammelt. Andrä Grafittechnik hat sich bei seinen Kunden einen guten Ruf erworben.

Industrie 4.0 – ein Schlagwort unserer Zeit, doch ist es gerade einmal 180 Jahre her, als ca. um 1840, von England ausgehend, die industrielle Revolution Deutschland erreichte. Es begann eine Zeit des Aufbruchs, des Wandels, der Veränderung.

Im Jahr 1800 entdeckte Alessandro Volta den elektrischen Strom, und bereits ein Jahr später beschrieb Sir Humphrey Davy den elektrischen Lichtbogen zwischen zwei Holzkohlenelektroden als Lichtquelle. Bis 1848 dauerte es allerdings noch, ehe Foucault eine funktionierende Bogenlampe vorstellte.

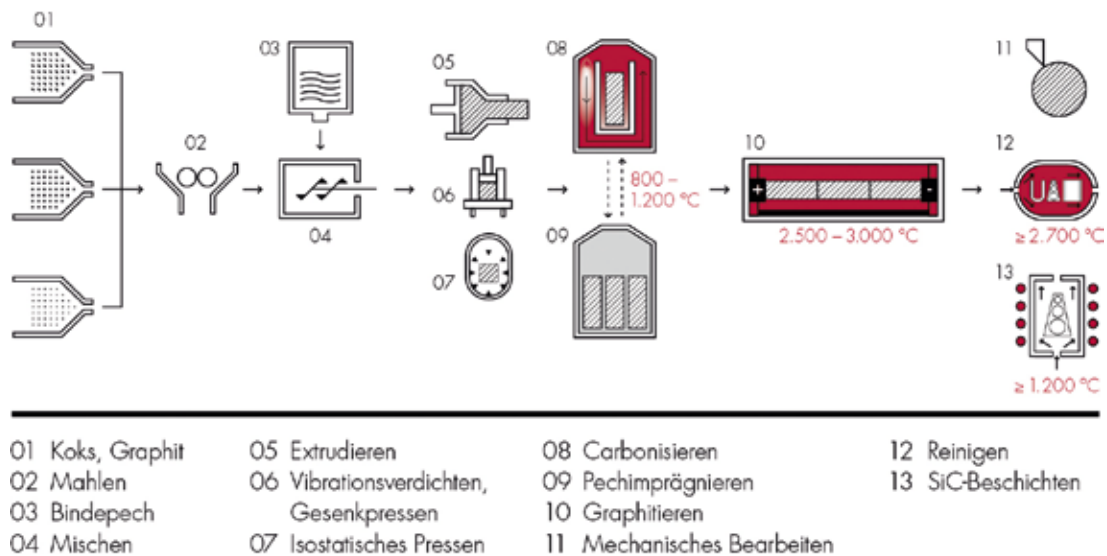
Und dies war sozusagen die Geburtsstunde der Graphitindustrie. Denn es war die Lichtbogenlampe, die für ihren Betrieb Kohleelektroden oder – wie es damals hieß – Kohlespitzen benötigte.

Aus diesen Anfängen entwickelten sich in rascher Folge und für verschiedene Einsatzzwecke Anwendungen aus

Kohlenstoff. Sie alle verdanken ihre Einsatzmöglichkeiten im Wesentlichen den Eigenschaften des Graphits: thermische und chemische Beständigkeit sowie elektrische Leitfähigkeit. Aus der Kombination aller Eigenschaften erwuchs die Familie der Bauteile zur Eisen- und Elektrostahlherstellung. Aus der Kombination von elektrischer Leitfähigkeit und chemischer Beständigkeit entstanden Elektroden für die chemische Elektrolyse. Die Kombination von chemischer Beständigkeit und thermischer Leitfähigkeit ermöglichte Bauteile für die Chemieindustrie.

Für alle beschriebenen Einsatzzwecke wurden anfänglich nur gebrannte Elektroden verwendet. Anfang der 1890er Jahre entwickelte der Amerikaner Edward G. Acheson ein Verfahren zur Graphitierung, das er 1896 in den USA zum Patent anmeldete. Er erkannte, dass Kohlenstoff bei Temperaturen um die 2.500°C in Graphit übergeht.

Bei der Acheson-Graphitierung (Quergraphitierung) wurde eine Schüttung aus Koks Körnung zwischen zwei Kopfelektroden eingebracht. Beim Stromdurchgang erhitze sich die Schüttung auf über 2.500°C. Damit der Koks nicht verbrannte, umhüllte Acheson den glühenden Kern mit einer zusätzlichen Schicht Carborundum, das bis über 2.000°C gegen Luft beständig ist und den Zutritt von Luft zum Koks verhinderte. Dies ist auch eine Technik, wie sie Köhler zur Herstellung von Holzkohle in ihren Meilern verwenden. Deshalb ist es richtig, von Graphitierungsmeilern und nicht von Öfen zu sprechen. Kohlekörper, die in den Koks eingebracht werden,



können auf diese Weise graphitisiert werden. Weil die europäischen Hersteller der patentrechtlich geschützten Acheson-Graphitierung zunächst skeptisch gegenüberstanden, begannen sie erst nach Ablauf des Patentes im Jahr 1915, die Graphitierung zu erproben. Wegen der unbestreitbaren Vorteile des Graphits gegenüber amorphem Kohlenstoff setzte sich diese Technologie ab den 1920er Jahren durch.

Durch die zunehmende Nutzung des elektrischen Stromes u.a. zu Beleuchtungszwecken entstand eine Nachfrage zur Produktion von identischen Glühlampenkolben und Soffittenlampen in großer Stückzahl.

In Ilmenau entwickelte zwischen 1928 und 1929 Gustav Eiternick – er war gelernter Modelleur – Formen aus Graphit, um eine Herstellung von einheitlichen Gläsern, wie sie bei der Herstellung von Soffitten notwendig sind, zu ermöglichen. Aus wirtschaftlichen Gründen verzichtete Gustav Eiternick auf die Anmeldung von Patenten, was zu einem Rechtsstreit führte, den Eiternick aber für sich gewinnen konnte, und er nannte seine Firma mit Recht „Erste deutsche Werkstätte für Glasbläseriformen“. Nachfolger der „Erste deutsche Werkstätte für Glasbläseriformen“ ist die André Grafitechnik.

Eine der zentralen Entwicklungen in der Carbon-technologie nach 1945 war neben dem Castner-Verfahren, der Längsgraphitierung von Elektroden, das sogenannte isostatische Pressen, das bis heute im

Bereich des Feinkorngraphits zur Anwendung kommt. Der Wunsch der Anwender nach immer größeren und festeren Graphitbauteilen konnte mit den herkömmlichen Herstellungstechnologien nicht mehr erfüllt werden.

Isostatisch gepresste Feinkorngraphite werden bis zu Blockgrößen von 2.400 x 500 x 400mm hergestellt.

Der Prozessablauf bei der Herstellung von Kohlenstoffgraphiten und Spezialgraphiten entspricht dem eines keramischen Herstellungsverfahrens. Im ersten Prozessschritt werden die eingesetzten Rohstoffe zerkleinert. In Mischaggregaten werden danach die festen Mischungsbestandteile mit Bindemitteln gleichmäßig vermengt und homogenisiert. Für die anschließende Formgebung werden das Strangpressen, das Gesenkpressen sowie das isostatische Pressen verwendet.

Die gepressten Formkörper werden in einem ersten Schritt unter Luftabschluss bei ca. 1.000°C gebrannt. Die Bindemittelbrücken zwischen den Feststoffteilchen werden hierbei erzeugt. Die so hergestellte Hartkohle wird in einem weiteren thermischen Prozessschritt bei ca. 3.000°C in den dreidimensional geordneten Graphit überführt.

Die Eigenschaften von synthetischem Kohlenstoff und Graphit, von expandierten Naturgraphit und von Carbonfasern sind extrem unterschiedlich - trotz gleicher chemischer Ausgangsformel: C.

Der Werkstoff Graphit und seine unterschiedlichen Ausprägungen

Amorpher Kohlenstoff

Formkörper aus amorphem, grobkörnigem Kohlenstoff werden bei thermischen und elektrolytischen Prozessen – wie bei der Gewinnung von Aluminium, Silizium, Roheisen, Ferrosilicium oder Phosphor - verwendet.

Amorpher Kohlenstoff ist temperaturbeständig, elektrisch und thermisch leitfähig sowie verschleißarm.

Anthrazit und andere Zuschlagstoffe werden mit Steinkohlenteerpech verbunden und als homogene Masse in Form gebracht und einem thermischen Prozess, der Carbonisierung, unterzogen.

Elektrographit

Der spezielle kristalline Aufbau von synthetischem Graphit führt zu einzigartigen Eigenschaften. Graphitelektroden halten als Stromleiter im Lichtbogenofen Temperaturen bis 3.000°C aus. Fünf bis sieben Jahre widerstehen Graphit-Kathoden als Stromleiter elektrochemischer und mechanischer Beanspruchung in der Aluminium-Schmelz-Elektrolysezelle bei Temperaturen von knapp 1.000°C - und bleiben trotzdem höchst energieeffizient. Elektrographit ist extrem temperaturbeständig, sehr gut elektrisch leitfähig, mechanisch belastbar und energieeffizient.

Koks und Pech werden vermischt, in Form gebracht und carbonisiert. An die Carbonisierung schließt sich die Graphitierung an. In dieser Hochtemperaturbehandlung bei 2.500°C bis 3.000°C bildet sich das typische Graphitkristallgitter heraus.

Spezialgraphit

Synthetisch hergestellte Kohlenstoff- und Graphit-Werkstoffe, mit einer mittleren Partikelgröße unter einem Millimeter, werden als Feinkorn- oder auch Spezialgraphite bezeichnet. Die Möglichkeit, Werkstoffeigenschaften durch die Variationen von Rohstoffen und Herstellungstechnologien gezielt zu beeinflussen, macht Spezialgraphite zu einem unentbehrlichen Schlüsselwerkstoff für viele Anwendungen.

Die Rohstoffe werden aufbereitet und in Mischaggregaten mit kohlenstoffhaltigen Bindemitteln gemischt. Für die anschließende Formgebung stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung: Strangpressen, Vibrationsverdichten sowie Gesenk- oder isostatisches Pressen. Im Anschluss daran werden die gepressten Formkörper unter Luftabschluss gebrannt und graphitisiert, mechanisch bearbeitet und eventuell veredelt.

Expandierter Naturgraphit

Die einzigartigen Eigenschaften des Naturgraphits werden mit expandiertem Graphit für vielfältige Anwendungen erschlossen. Während des Expansionsprozesses behält der Graphit die ihm eigene, sehr gut elektrische und thermische Leitfähigkeit bei.

Ausgangsmaterial für expandiertes Graphit ist gut geordneter, hochkristalliner, schuppenförmiger Naturgraphit. Er wird mit einem Einlagerungsmittel in ein Graphitsalz überführt und durch eine nachfolgende Thermoschockbehandlung expandiert. Die Graphitschuppen vergrößern ihr Volumen dabei um einen Faktor zwischen 200 und 400. Das Graphitexpandat besteht aus lockeren Würmchen, diese werden anschließend ohne Bindemittel und Füllmittel zum Beispiel zu Platten oder Folien verdichtet.



Bearbeitung einer Einblasform von ANDRÄ Graphit

Carbonfasern

Carbonfasern sind ein moderner Hochleistungswerkstoff. Sie werden in Anwendungen mit hohen mechanischen Anforderungen bei gleichzeitig geringem Gewicht eingesetzt – zum Beispiel in der Luft- und Raumfahrt, im Automobilbau, in der Windindustrie oder in modernen Sportgeräten.

Der Werkstoff ist sehr fest und steif, leicht, elektrisch leitfähig und vielfältig bearbeitbar.

Carbonfasern werden durch Oxidation und Carbonisierung der Chemiefaser Polyacrylnitril (PAN) hergestellt. Dann werden die Carbonfasern je nach Anwendung direkt als Faserbündel, als Gewebe, Gelege oder als mit Harz imprägnierte Halbzeuge (Prepregs), weiterverarbeitet.

Carbonfaserverstärkter Kunststoff / CFK

CFK ist aus Carbonfasern und Matrixkomponenten aufgebaut. Bei anspruchsvollen Anwendungen in Hochtechnologiebereichen, wo es auch auf hohe Festigkeit und Steifigkeit bei gleichzeitig geringem Gewicht ankommt, ist der Werkstoff unentbehrlich.

Eigenschaften: sehr fest und steif, leicht, ermüdungsfest, formstabil, hohe Energieaufnahme.

Für die Herstellung von CFC Bauteilen gibt es neben dem Laminieren und Pressen von textilen Halbzeugen oder Prepregs verschiedene Injektions-, Pultrusions- und Wickelverfahren. Darüber hinaus existieren für thermoplastische Harzsysteme angepasste Extrusions- und Pressverfahren.

Carbonfaserverstärkter Kohlenstoff /CFC

Carbonfaserverstärkter Kohlenstoff ist ein hochfester Verbundwerkstoff, der aus einer Kohlenstoff- oder Graphitmatrix und Verstärkungsfasern aus Kohlenstoff besteht. Es gibt eine große Vielfalt an herstellbaren CFC-Werkstoffvarianten. CFC kommt besonders bei technisch anspruchsvollen Anwendungen zum Einsatz.

Eigenschaften: sehr fest und steif, thermoschockbeständig, leicht und geringe thermische Ausdehnung, kerbunempfindlich.

Ausgangsmaterialien für die CFC Herstellung sind Carbonfasern und Harze. Die Formgebung erfolgt z.B. durch Laminieren oder Wickeln und anschließendes Pressen und Härten der Teile. Die thermische Fertigung umfasst die Schritte Brennen und Graphitieren. Daran schließt sich die Endbehandlung an, wobei die Werkstücke durch mechanische Bearbeitung auf die gewünschten Maße gebracht werden.

Hart- und Weichfilz

Wann immer höchste Anforderungen an Isolierungseigenschaften gestellt werden, sind Weichfilze aus Kohlenstofffasern unverzichtbar. Zudem finden Weichfilze auch Anwendung als Batteriefilze in Energiespeichern.

Typische Eigenschaften des Materials: geringe Wärmeleitfähigkeit, geringe Wärmekapazität, hochtemperaturbeständig, hoch rein.

Ausgangsmaterial für die Herstellung von Kohlenstoff- und Graphitweichfilz sind Filze aus vernadelten Zellulosefasern. Diese werden durch die thermische Behandlung bei 800-1.000°C in Kohlenstoffweichfilze umgewandelt. Behandelt man die Filze mit noch höheren Temperaturen >2.000°C nehmen die Kohlenstofffasern zunehmend eine graphitähnliche Struktur an. Man spricht dann von „Graphitweichfilzen“, ohne dass eine echte Graphitstruktur vorliegt.

Im Gegensatz dazu sind Hartfilze ein formstabilisiertes Isolationsmaterial mit niedriger Wärmeleitfähigkeit auf Basis von Kohlenstofffasern für Temperaturbereiche größer 800°C in Inertgas- und Vakuumanwendungen.

Typische Eigenschaften des Material: formstabil, gering wärmeleitfähig, thermoschockbeständig, erosionsfest. Hergestellt wird Hartfilz durch Mischen und Pressen von Fasergemischen und Bindemitteln wie Phenolharzen und anschließender Hochtemperaturbehandlung bis max. 2.800°C. Im sich daran anschließenden Schritt wird der Hartfilz durch mechanische Bearbeitung auf die gewünschten Abmessungen gebracht.



www.andrae-grafit.de

Ausblick auf die Weiterführung in der nächsten Ausgabe:
Graphit in der Glasindustrie
Der Werkstoff Graphit und seine unterschiedlichen Ausprägungen