

UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

Lehrstuhl für Pulvertechnologie von Glas und Keramik

Prof. Dr. Rolf Clasen

Universität des Saarlandes, Lehrstuhl für Pulvertechnologie
Gebäude 43, Postfach 15 11 50, D - 66041 Saarbrücken



Universität des Saarlandes

Gebäude 43

Im Stadtwald

D - 66123 Saarbrücken

“Fortgeschrittenenpraktikum Nichtmetalle II”

Leitung (0681) 302 - 5008

Sekretariat (0681) 302 - 5007

Fax (0681) 302 - 5227

Bearbeiter S. Janes

Durchwahl 5062

e – mail s.janes@matsci.uni-sb.de

<http://www.uni-saarland.de/fak8/powdertech>

Praktikumsversuch

Emaillieren und Glasieren

Einleitung

Unter Emaillieren bzw. Glasieren wird das Aufbringen eines glasigen Überzuges auf Metalle bzw. Keramiken verstanden. Dabei soll der Überzug das Metall z.B. vor Korrosion schützen und die Keramik sowohl deren Oberfläche verdichten und kratzfest gestalten, als auch dekorativ verschönern.

Das **Email** ist im wesentlichen Glas, dessen chemische und physikalische Eigenschaften so modifiziert sind, daß es durch Anschmelzen an der Oberfläche von Metallen haftet. Die Emailsorten werden nach drei Gesichtspunkten eingeteilt:

- nach dem Grundwerkstoff, auf den das Email aufgetragen wird
- nach dem Verwendungszweck
- in technologischer Hinsicht.

Unter Grundwerkstoff wird dabei Grauguß, Stahlbleche, legierte Stähle und Buntmetalle verstanden. Nach dem Verwendungszweck erfolgt die Einteilung in Emails für Behälter, Porzellanemails für Blech und Grauguß, architektonische Porzellanemails, Porzellan- und Glasemails für chemische Zwecke und Sonderemails.

Hinsichtlich der Technologie werden schließlich die Emails nach Grund- und Deckemail eingeteilt. Die Grundemails bilden die adhäsive Zwischenschicht zwischen dem zu überziehenden Werkstück und dem Deckemail. Deckemails werden wiederum in nasse und trockene Emails eingeteilt. Naßemails werden entweder gespritzt oder durch Begießverfahren aufgetragen. Trockenemails sind immer pulverförmig und werden als Puder aufgebracht.

Die Herstellung der Emails erfolgt zunächst durch Mischen der Rohstoffe in Kugelmühlen mit Porzellankugeln und anschließendem Schmelzen der homogenen Mischung in Wannen oder Drehöfen, d.h. große Rohröfen, die langsam um ihre Längsachse rotieren. Das erschmolzene Email wird aus dem Ofen in große Behälter mit fließendem kaltem Wasser "gegossen", wobei die heiße Glasmasse abgeschreckt wird und in kleine, spröde Körner, die sogenannten Fritten, zerspringt.

Anschließend wird die Fritte getrocknet und in Kugelmühlen trocken oder naß zu Pulver vermahlen, je nachdem, ob das Email naß oder trocken auf das Metall aufgebracht wird. Naß werden vor allem Grundemails aufgetragen. Nasse Emails werden so zubereitet, indem die Fritten im Wasser mit Antisedimentationszusätzen gemahlen werden. Die Korngröße nach der Vermahlung liegt bei Grundemails 95% kleiner 74 μm , bei Deckemails sind 98% kleiner 44 μm .

Die Wahl der Auftragstechnik hängt vom Emaillierverfahren ab. Beim konventionellen Verfahren wird meist ein Grundemail naß aufgetragen, gebrannt und dann das Deckemail aufgebracht. Im 2-Schicht-1-Brand-Verfahren werden Grund- und Deckemail nacheinander trocken aufgetragen und zusammen gebrannt. Beim Direktmaillieren wird je nach Verfahren naß oder trocken aufgetragen. Für den Schlickerauftrag (Naßverfahren) sind Verfahren wie Tauchen, Fließauftrag und Spritzen (auch elektrostatisches Spritzen) im Einsatz. Neben der nassen Auftragstechnik wird, vor allem für die Direktmaillierung, das elektrostatische Aufbringen von Pulvern angewendet.

Wie bei jeder Bearbeitung zur Herstellung von Überzügen auf Metallen ist auch für das Emaillieren eine einwandfreie Reinigung der Oberfläche Bedingung. Außerdem spielen beim Emaillieren komplizierte physikalische und chemische Prozesse eine wichtige Rolle, die dadurch eine metallurgische Behandlung des Grundwerkstoffs erforderlich machen.

Die Vorbereitung des Werkstücks aus Grauguß vor dem Emaillieren ist wie folgt: Vorreinigen, Glühen und Reinigen durch Abstrahlen. Durch die Vorreinigung werden die Gußstücke vom Formsand befreit. Die Gußstücke sind dann spannungsfrei zu glühen, wodurch außerdem die restlichen Unreinheiten gelockert werden und der Oberflächengraphit beseitigt wird. Es wird bei einer Temperatur von etwa 800°C geglüht. Danach werden die Gußstücke in Trommeln oder entsprechenden Kammern mit Sand oder Stahlschrot abgestrahlt.

Stahlblech ist vor der Formgebung durch Glühen zu normalisieren und nach dem Pressen einer Vor- und Nachreinigung zu unterziehen. Erzeugnisse aus Grobblech werden durch Glühen vor- und durch Abstrahlen fertiggereinigt. Solche aus Mittelblech werden durch Glühen vor- und durch Beizen fertiggereinigt oder chemisch vor- und durch Abstrahlen fertiggereinigt. Erzeugnisse aus Feinblech werden chemisch vor- und durch Beizen fertiggereinigt.

Nach dem Auftrag des Emails werden die Teile in Muffelöfen bzw. einzeln oder in Gruppen in Tunnelöfen eingebrannt. Die Einbrenntemperaturen richten sich nach der Art und Sorte des Emails, sowie nach der Größe der Werkstücke. Im Allgemeinen liegen die Einbrenntemperaturen für Grundemails bei 850 bis 880°C und Zeiten bis zu 15 min, wobei beim Deckemail Temperaturen von rund 800°C angewandt werden.

Bei Graugußwannen wird das Grundemail im Muffelofen bis zu 950°C während etwa 9 min gebrannt. Die aus dem Ofen gebrachte glühende Wanne wird schnell mit Emailpulver bestreut. Das geschieht mit einer besonderen Einrichtung, die das gleichmäßige Bestreuen der Wanne gewährleistet. Durch die Wärme der Wanne schmilzt das Pulver an das Grundemail teilweise an, so daß es gut haftet. Die Pulverschicht des Deckemails wird dann bei 860 bis 900°C angeschmolzen.

Aus Grauguß werden emaillierte Erzeugnisse, wie z.B. Gefäße, sanitäre Bauteile und schwere Anlagen und Apparaturen für die chemische, pharmazeutische sowie Lebensmittelindustrie, hergestellt; das sind insbesondere Kessel, Behälter, Filter, Kolonnen und Rohre.

Das Emaillieren von Erzeugnissen aus Stahlblech ist heute ein wichtiges Produktionsgebiet und sehr vielfältig. Die Fertigstellung dieser Waren ist weitgehend mechanisiert. Zu den Erzeugnissen gehören u.a. auch Haus- und Küchengeräte.

Neben den Erfordernissen, die die Haustechnik an das Email stellt, kommt hier auch das Dekor zum Zuge. Allerdings ist dabei Grundbedingung, daß auch in der Geschirrspülmaschine über Jahre hinweg das Dekor sein farbiges Aussehen behält. Die leuchtenden Dekorfarben sind ebenfalls Gläser wie das Email selbst. Sie werden bei Temperaturen von 600 bis 800°C eingebrannt und damit unlösbar mit dem Email verbunden. Daraus ergeben sich auch die besonderen Eigenschaften: Farb- und Lichtechtheit, absolute Kratzfestigkeit und eine hervorragende Resistenz gegen Spülmittel und Speisen. Nicht zuletzt sei auf die besonders gute Reinigungsfähigkeit der glasglatten Dekoroberfläche hingewiesen. Das betrifft vor allem Kochgeschirr mit Dekoremaillierung. Hierbei wird das Dekor nach dem in der keramischen Industrie und Glasindustrie bekannte Schiebepildverfahren aufgebracht. Ein solches Dekor-Schiebepild wird dadurch hergestellt, daß keramische Farben und Emails auf Spezialpapier gedruckt werden. Dieser Druck wird mit einer betsimmten großflächigen Maske überzogen, die dann den Transfer des Dekorbildes auf das zu dekorierende Werkstück erlaubt. Diese Maske besteht aus Kunstharzen, die während des Einbrandes verdampfen bzw. sich verflüchtigen.

Unter dem Begriff "**Glasieren**" versteht man die Aufbringung der Glasur, meist als flüssige Suspension, auf die keramische Unterlage. Hierbei ist der keramische Scherben teils schon einmal vorgebrannt, teils noch ungebrannt, wobei letzteres u.a. abhängig ist von der Mineralzusammensetzung der keramischen Masse, dem Saug- und Quellvermögen der Masse und der Scherbendicke.

Wie bereits erwähnt, haben die Glasuren den Zweck, dem keramischen Körper Dichte, Härte, Glätte, Festigkeit und Farbe zu verleihen bzw. den Körper zu veredeln.

Porige Werkstücke werden durch Glasuren abgedichtet und dadurch vor dem Eindringen von Feuchtigkeit und Gasen aller Art geschützt.

Porige und dichte Werkstücke erhalten durch die Glasur eine glänzende oder mehr oder minder matte, aber glatte Oberfläche, so daß sie auch den hygienischen Forderungen entspricht. Durch den Glasurüberzug werden die mechanischen Festigkeiten des Gesamtkörpers merklich heraufgesetzt und somit die Gebrauchstüchtigkeit wesentlich erhöht. Die Glasur muß eine ausreichende Härte und chemische Beständigkeit besitzen und den Forderungen in den entsprechenden Einsatzgebieten des Lebensmittelgesetzes entsprechen.

Die Zusammensetzung der Glasur ist wichtig für deren Schmelztemperatur und weiteren physikalischen Eigenschaften. Sie muß ferner so zusammengesetzt sein, daß auf der entsprechenden keramischen Unterlage der gewünschte Effekt mit den dazu geforderten Eigenschaften bei entsprechender Ofenatmosphäre erreicht wird. Glasuren entstehen durch das Aufschmelzen eines Silikatgemisches auf keramische Erzeugnisse bei der hierzu erforderlichen Temperatur. Dementsprechend besitzen Glasuren immer einen tieferen Erweichungspunkt als der entsprechende Scherben. Sie müssen bei der jeweiligen Temperatur schmelzen, bei der die geforderten Scherbeneigenschaften erreicht sind. Glasuren sind sehr ähnlich dem Glas zusammengesetzt und zeigen auch dessen Struktur und Schmelzverhalten. Sie muß so zusammengesetzt sein, daß eine völlig klare Schmelze bei gleichzeitig hoher Viskosität entsteht, daß diese auf senkrechten Flächen nicht abfließt. Andererseits muß die Löslichkeit der Glasurschmelze so hoch sein, daß eine Wechselwirkung zwischen Scherben und Glasur, eine gute Verzahnung gewährleistet und somit ein guter Glasursitz und eine Werkstückfestigkeit garantiert ist. Die Wärmeausdehnungswerte von Scherben und Glasur müssen so angepaßt sein, daß weder Glasurrisse noch Absprengungen auftreten.

Nach dem Anwendungsbereich werden die Glasuren eingeteilt in

- Glasureigenschaften
 - Härte
 - Chemische Beständigkeit
 - Elektrische Eigenschaften

- Dekoranwendung
 - Deckende Glasur
 - Kristallglasuren
 - Schrumpfglasuren
 - Besondere Dekoreffekte

Deckende Glasuren sind solche, die die Glasurunterlage verdecken, wobei die Farbe des Scherbens keine Rolle spielt. Die trübende Wirkung beruht auf diffuser Streuung des Lichtes an eingelagerten Teilchen, ganz gleich, ob diese noch ungelöste oder schon wieder kristalline Teilchen darstellen. Mattglasuren sind getrübte Glasuren, die auf Rekristallisation der entsprechenden Verbindung beruhen. Kristallglasuren gehören eigentlich ebenfalls zu den ausscheidenden Mattglasuren, wobei hier so wenig Kristallkeime vorhanden sind, daß diese Platz haben um wachsen zu können, so daß sie dem Auge als Einzelkristalle erscheinen.

Schrumpfglasuren, auch Aderglasuren genannt, sind solche, die eine aderförmige bis tropfenartige Glasuroberfläche zeigen und sowohl farbig als auch deckend, glänzend oder matt sein können. Infolge einer mit Absicht eingestellten hohen Oberflächenspannung der Glasurzusammensetzung ziehen sich die Glasuren während des Schmelzvorganges so stark zusammen, daß die Glasurhaut aufreißt und eine tropfenförmige Oberfläche bildet. Hierbei wird zwischen den einzelnen Tropfen die Unterlage frei sichtbar. Um einen besonderen Effekt zu erzielen, wird die Schrumpfglasur auf eine normale, meist andersfarbige Glasur aufgebracht.

Die Glasuraufbereitung dient der Zerkleinerung und Homogenisierung des Glasurversatzes. Die Aufbereitung erfolgt so, daß der fertige Glasurschlicker für das gewählte Auftragsverfahren entsprechend vorbehandelt und geeignet ist.

Das Feinmahlen der Glasur wird meist in Naßstrommelmühlen durchgeführt. Der Glasurversatz ist so zusammengestellt, daß nur wasserunlösliche Rohstoffe eingeführt werden. Er wird normalerweise so fein gemahlen, bis die zum Aufbringen notwendige Feinheit erreicht ist. Die geforderte Feinheit ist zum großen Teil abhängig vom Glasurtypus. So wird z.B. eine transparente Glasur feiner aufgemahlen als eine kristalline Mattglasur. Oft ist auch bei verschiedenen Effektglasuren (Adernglasuren) nur eine bestimmte Mahlfeinheit für das Gelingen maßgebend, wobei ein weiterer Faktor die Art der Aufbringung darstellt. Normalerweise werden die Glasuren wasserarm angesetzt, und erst nach dem Mahlprozeß auf die für den Glasurtyp und Aufbringungsart geforderte Konsistenz verdünnt.

Für das Aufbringen der Glasur, d.h. das Überziehen von keramischen Artikeln mit Glasur sind verschiedene Verfahren, wie das Übergießen, Ausgießen und Überpinseln, Tauchen, Aufschleudern, Spritzen und Elektrostatisches Verfahren bekannt, wobei sowohl manuell als auch maschinell gearbeitet werden kann.

Das Übergießen kann von Hand (Ofenkacheln, Schalen, Gefäße) und maschinell (Wandfliesen) erfolgen. Bei Wandfliesen laufen diese auf Riemenbändern durch einen Wasserfallähnlichen Glasurfilm, wobei sich ein gleichmäßiger Glasurüberzug auf der Fliese bildet. Das Ausgießen wird zum Innenglasieren von Hohlware eingesetzt und das Überpinseln nur noch für das Effektglasieren mit Farbglasuren angewendet. Beim Tauchen wird der ganze Artikel in den Glasurschlicker untergetaucht. Das Tauchen kann maschinell (besonders bei Steinzeugrohren) und von Hand erfolgen.

Beim Aufschleudern wird die Glasur durch schnell rotierende Schleuderkörbe durch eine Siebwand nach außen geschleudert, wobei ein feiner Glasurnebel entsteht. Der Schleuderkorb ist abgedeckt und nur an einer Seite offen, wo die Ware (vorwiegend Spaltplatten) auf einem schmalen Transportband hindurch läuft.

Beim Spritzen als Universalglasiervorgang wird der Glasurschlicker feinst verteilt auf die Waren aufgebracht. In der Spritzpistole wird der Glasurschlicker durch den Luftstrom zerstäubt und bildet einen Glasurnebel. Dieser Glasurnebel wird auf die zu glasierende Ware gerichtet, so daß die Glasur auf dem Stück anhaftet. Das Spritzen ist die beste Möglichkeit, Glasuren auf verschiedene Formen, Typen und Größen gleichmäßig aufzubringen.

Das elektrostatische Beschichtungsverfahren ist ein Glasiervorgang besonderer Art. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß in einem Gleichstrom-Hochspannungsfeld gearbeitet wird, wobei die Ware geerdet

ist. Mittels Druckluft wird der Glasurschlicker in Form von Glasurpartikelchen in dieses Spannungsfeld eingesprüht, diese gehorchen den elektrischen Feldlinien und wandern auf das Objekt. Hierdurch wird erreicht, daß die Glasurteilchen nicht nur auf der Vorderseite, sondern auch auf den Seitenflächen und z.T. auch Rückseite des Werkstückes festhaften und somit eine dreidimensionale Glasurbeschichtung bewirken, was sehr wichtig ist für alle nicht glatten und ebenen Formstücke (Sanitär, Geschirr usw.). Bei diesem Auftragverfahren geht fast keine Glasur verloren.

Als Vorbehandlung müssen die zu glasierenden Rohwaren an der Oberfläche sauber sein, ehe die Glasur aufgebracht wird. Verschmutzte Oberflächen durch Staub, Fett, Schweiß usw. führen zu Fehlern an der aufgetragenen Glasur, die teils schon beim Trocknen, teils erst nach dem Brand sichtbar werden.

Nach dem Glasurauftrag wird die Ware getrocknet und anschließend in Tunnel- oder Herdwagenöfen dem sogenannten Glattbrand unterzogen, in dem die Glasur auf den Scherben aufgeschmolzen wird. Die Glattbrandtemperaturen liegen je nach Glasurtyp zwischen 1050 und 1150°C. Lediglich Steinzeugglasuren müssen bei höheren Temperaturen von 1220 bis 1260°C und Bleiglasuren bei tieferen Temperaturen (1020°C) eingebrannt werden.

Versuchsdurchführung

Der Praktikumsversuch gliedert sich in zwei Teile. Der erste Teil befaßt sich mit dem Emaillieren von Metallen, in unserem Falle von Kupferblech, der zweite Teil mit dem Glasieren und Brennen von Tonware.

1. Emaillieren Sie ein Formstück aus Kupferblech ihrer Wahl. Dazu reinigen Sie das Kupferblech (Entfetten) durch Sandstrahlen (INM-Werkstatt). Tragen Sie auf die gereinigte Oberfläche mit dem Pinsel eine dünne Schicht Haftmittel auf. Füllen Sie die Streudose mit dem entsprechenden Emailpulver und streuen Sie durch Klopfen mit dem Finger das Pulver auf die Haftschrift auf. Setzen Sie das gepuderte Formstück in den auf 800°C vorgeheizten Kammerofen für 15 min ein (Schutzhandschuhe und -brille benutzen!!, Formstücke auf Keramikunterlage plazieren und Unterlage mit Tiegelzange in den Ofen einsetzen). Nach ca. 15 min die Unterlage mit den emaillierten Formstücken dem heißen Ofen entnehmen. Ein Indiz für das Aufschmelzen des Emails ist der sogenannte "Spiegelglanz" der Emailoberfläche.
2. Glasieren Sie die von ihnen hergestellte Tonware. Tragen Sie die Farbglassur mit dem Pinsel auf die schrühgebrannten Tonscherben auf. Anschließend wird die Tonware im Trockenschrank getrocknet und in den Kammerofen zum glattbrennen eingesetzt. Danach wird die mit getrocknetem Glasurschlicker versehene Tonware mit einer Rate von 5K/min bis auf 1060°C aufgeheizt und 1h auf dieser Temperatur belassen. Anschließend wird der Ofen abgeschaltet und die glasierte Tonware im Ofen abgekühlt.
3. Erstellen Sie einen Bericht über die beiden Versuche.