

Cement-Anstriche, aus feinst gepulvertem, langsam bindendem Portland-Cement, entweder mit Wasser oder besser mit entrahmter Milch angerührt, haben sich sehr gut bewährt; sie haften gut, schützen bei gehöriger Dicke sicher und dauerhaft, aber springen bei heftigen Erschütterungen ihrer zunehmenden Sprödigkeit halber später leicht ab. Die Niagara-Brücke ist mit Cement vortrefflich conservirt, und die Schiffsböden werden bereits seit längerer Zeit allgemein damit bekleidet¹³⁷⁾.

Wasserglas theilt die Sprödigkeit des Cementes, schützt aber sonst gut. Neuestens werden fog. Silicat-Anstriche, d. i. Wasserglas-Compositionen wieder lebhaft empfohlen.

Die Literatur über »Conservirung von Eisen und Stahl« ist in den Fußnoten 121 bis 137, S. 205 bis 208 angegeben.

2. Abschnitt.

Materialien des Ausbaues.

VON HANS HAUENSCHILD.

1. Kapitel.

Zink und Blei.

a) Zink.

Das Zink ist in seiner Verwendung als hervorragendes Ausbau-Material ein Kind der Neuzeit. Obwohl es als Legirung schon von den Alten angewendet worden ist, so wurde es als Metall erst im 16. Jahrhundert erkannt, und die Verwendung desselben in der Baukunst datirt erst aus den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts. Zwar hatten *Silvester* und *Hopson* schon 1805 in Sheffield die Bedingungen der Dehnbarkeit desselben erkannt und die Fabrikation von Zinkblech, so wie das Ziehen und Treiben von Zink begonnen; aber praktische Bedeutung in der Baukunst erlangte dieses Metall erst, als *Schinkel* und *Beuth* Anfangs der dreißiger Jahre die von *Moriz Geiss* in Berlin eingeführte Verbesserung des Zinkgusses in ihrer vollen Bedeutung würdigten; von da ab eroberte sich das Zink rasch eine außerordentlich mannigfaltige Verwendung. Im Ornamenten- und Figurenguss, als Deckmaterial und fogar als Surrogat für Stein ist es an vielen Orten in der Architektur unentbehrlich geworden. Seine Formbarkeit, Dauerhaftigkeit und Leichtigkeit, verbunden mit mäßigen Anschaffungspreisen sicherte dem Materiale den großen Erfolg.

Aber nicht bloß der von *Geiss* eingeführte Zinkguss, sondern auch die anderen Bearbeitungsweisen des Zinks, namentlich die Verwendung des Zinkbleches, das

¹³⁷⁾ Siehe hierüber:

Klaffen, L. Schutz des Eisens gegen Rost bei Hochbau-Constructionen. Deutsche Bauz. 1879, S. 365.
Cement-Ueberzug von Eisen zum Schutz gegen Rostbildung. Deutsche Bauz. 1879, S. 375.
Iron in Portlandcement. Building news, Vol. 39, S. 317.

^{213.}
Zink
als Baustoff.

Walzen in Profilen, das Stanzen oder Pressen in Formen und neuerdings wieder das Treiben von Hand aus sind für die so außerordentliche Verbreitung des Gebrauches von Zink von größtem Werthe geworden.

Während aus Zinkgufs vorzüglich hohle Formen, Statuen, Vasen, Candelaber, Voluten, Säulen-Capitelle, Baluster etc. besonders auch zur Verkleidung von Eisenconstructions hergestellt werden, welche entweder mit Farben- und Firnis-Bronzierung oder mit echt galvanischer Bronzierung versehen werden, dient das Zinkblech entweder in gefalzten Tafeln oder als Wellen-Zinkblech vorzüglich zum Dachdecken, aber auch im gezogenen oder getriebenen Zustande zu allen Arten Gefimfen, Consolen, Verkleidungen etc., während zur Formung von Rosetten und Flach- bis Halb-Reliefs und überhaupt hohlen Formen ohne Unterschneidung das Stanzen in Anwendung ist. Auch der aus gezogenem Walzzink mit Eisenverfärkung hergestellten Fensterrahmen mag gedacht werden.

Die technischen Eigenschaften des Zinks haben auch alle diese Bearbeitungsmethoden hervorgebracht. Der Zinkgufs erlangte seine Bedeutung erst, nachdem das Hohlgießen in feuchten Sandformen bei einer dem Erstarrungspunkte schon nahen Temperatur, und zwar in kleinen Formen mit relativ geringer Wandstärke, eingeführt war. Denn das geschmolzene Zink ist am dichtesten und zum Gusse geeignetsten bei niederen Temperaturen; sonst wird es porös und häufig mit Zinkoxyd verunreinigt und dadurch sehr spröde und brüchig (verbranntes Zink). Da außerdem bei großen Formen eine gleichmäßige Temperatur des Gusses nicht leicht zu erzielen ist, dafür aber das Löthen sehr leicht angeht, so werden die größten Statuen ganz aus kleinen Stücken, die einzeln gegossen werden, zusammengelöthet, und es kommt für die Festigkeit des Ganzen viel auf die zweckmäßige Eintheilung der Löthfugen an. Die Löthfugen können auch ohne Cifelirung des Ganzen leicht unsichtbar gemacht werden.

214.
Eigenschaften.

Die Anwendung dünnwandiger Formen ist einerseits durch die in Folge der Leichtflüchtigkeit des Zinks zu erzielende Oekonomie des Materials, andererseits durch den beträchtlichen Wärme-Ausdehnungs-Coefficienten desselben bedingt. Dadurch wird Leichtigkeit und Billigkeit vereint mit Dauerhaftigkeit erzielt.

Zink hat nämlich unter allen Metallen nebst Blei den größten Ausdehnungs-Coefficienten. Nach *Pictet* beträgt derselbe linear von 0 bis 100 Grad C. 0,002941, mehr als das Doppelte der Ausdehnung von Eisen; zudem ist die Festigkeit von Gufszink eine sehr geringe; daher ist es erklärlich, warum dickwandige Gegenstände von geschlossenen Formen bei Temperaturextremen als Resultat der inneren Spannung Sprünge bekommen.

Eine höchst werthvolle Eigenschaft des Zinks ist es, durch Erhitzen des hexagonal blättrig krySTALLINISCHEN Kauf- oder Gufsmetalls bis über 100 Grad, aber unter 160 Grad seine frühere Sprödigkeit zu verlieren und nun unter Annahme amorphen Gefüges dehnbar zu werden und diese Dehnbarkeit auch bei niederen Temperaturen, wenn auch in geringerem Grade, zu behalten. Darauf beruht seine Anwendung in Blech- und Drahtform, so wie die Herstellung gezogener Profile, gestanzter und getriebener Gegenstände.

Der niedrige Schmelzpunkt (400 Grad) und der hohe Ausdehnungs-Coefficient des Zinks beschränken nach anderen Richtungen hin seine Verwendung oder bedingen hierbei geeignete Vorichtsmafsregeln.

Die Verwendung des Zinks zur Conservirung von Eisen ist bereits in Art. 210, S. 206 besprochen worden; seine Rolle bei den Metall-Legirungen soll im folgenden Kapitel (unter b) behandelt werden.

Das Zink ist gegen die Atmosphärrillen nur bis zu einem gewissen Grade widerstandsfähig: eine leichte Oxydschicht bildet sich sehr rasch; aber eben diese

215.
Dauerhaftigkeit.

schützt die unteren Partien sehr ausgiebig gegen das Weitereindringen der Zerstörung¹³⁸⁾. Hingegen ist das Zink sehr empfindlich galvanischen Wirkungen gegenüber; man hat beobachtet, daß unmittelbare Berührung mit anderen Metallen bei Gegenwart von Regenwasser, welches häufig Spuren Schwefelsäure enthält, rasche örtliche Zerstörung hervorrufen kann. Dieselbe Wirkung erzielen Kohlentheilchen, welche aus Schornsteinen auf Zinkdächer fallen; auch soll Kalkmörtel in ähnlicher Weise corrodierend wirken.

216.
Gewicht,
Elasticität und
Festigkeit.

Das specifische Gewicht des Zinkes schwankt je nach feiner Structur und Reinheit zwischen 6,85 und 7,30. Die Elasticität desselben ist gering; der Coefficient derselben ist je nach den verschiedenen physikalischen Zuständen bei verschiedener Temperatur und Bearbeitungsweise wechselnd; nach *Thurston* nimmt es schon bei geringen Spannungen bleibende Formveränderungen an und paßirt die Elasticitätsgrenze bei einem unbestimmbaren, augenscheinlich sehr niederen Punkte.

Die Zugfestigkeit von Zink, und zwar von Gufszink (mit specifischem Gewichte 6,85) beträgt nach *Karmarsch* 198 kg pro 1 qcm, zu Blech und Draht verarbeitet (bei einem specifischen Gewichte 7,3) aber 1315 bis 1560 kg pro 1 qcm, während *Rankine* dieselbe allgemein zu 490 bis 560 kg pro 1 qcm angiebt. Nach *Tresca* beträgt die Abscherungsfestigkeit des Zinks 900 kg pro 1 qcm.

217.
Handelsforten.

Das Zink kommt zu Gufszwecken in ca. 25 mm starken Platten als Kaufzink oder Gufszink in den Handel. Die großen Zinkhütten in Belgien und Schlesien verarbeiten das Zink hauptsächlich zu Blechen von verschiedener Größe und Stärke; aus den Blechen werden auch Drähte und Nägel hergestellt, welche zur Befestigung der Bleche bei Dachdeckungen dienen.

Nach dem Vorgange der belgischen Gesellschaft *Vielle Montagne* hat sich für Zinkblech allgemein die fog. belgische Zinkblech-Lehre eingeführt, welche hier folgt.

Fabrikats- Nummer.	Annähernd		Currente Dimensionen						Fabrikats- Nummer.	Annähernd		Currente Dimensionen					
	Dicke der Tafel	Gewicht pro 1 qm	650 × 2000 mm		800 × 2000 mm		1000 × 2000 mm			Dicke der Tafel	Gewicht pro 1 qm	650 × 2000 mm		800 × 2000 mm		1000 × 2000 mm	
			1 Tafel = 1,3 qm wiegt: 250 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 1,6 qm wiegt: 350 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 2 qm wiegt: 250 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 1,3 qm wiegt: 187 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 1,6 qm wiegt: 250 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 2 qm wiegt: 350 kg geben Tafel: fein:				1 Tafel = 1,3 qm wiegt: 187 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 1,6 qm wiegt: 250 kg geben Tafel: fein:	1 Tafel = 2 qm wiegt: 350 kg geben Tafel: fein:			
1	0,100	0,70	0,91	—	—	—	—	—	14	0,932	6,52	8,47	29	10,43	24	13,04	19
2	0,143	1,00	1,30	—	1,60	—	—	—	15	1,025	7,18	9,33	27	11,49	22	14,36	17
3	0,186	1,30	1,69	148	2,08	120	2,60	96	16	1,119	7,84	10,19	25	12,54	20	15,68	16
4	0,228	1,60	2,08	120	2,56	98	3,20	78	17	1,309	9,16	11,91	21	14,65	17	18,32	14
5	0,271	1,90	2,47	101	3,04	82	3,80	66	18	1,497	10,48	13,62	18	16,77	15	20,96	12
6	0,318	2,23	2,90	86	3,57	70	4,46	56	19	1,686	11,80	15,34	16	18,88	13	23,60	11
7	0,366	2,56	3,33	75	4,09	61	5,12	49	20	1,873	13,12	17,05	15	20,99	12	26,24	10
8	0,413	2,89	3,76	67	4,62	54	5,78	43	21	2,062	14,44	18,77	13,3	23,10	10,8	28,88	8,7
9	0,460	3,22	4,18	60	5,15	49	6,44	39	22	2,252	15,76	20,49	12,2	25,21	9,9	31,52	7,9
10	0,554	3,88	5,04	50	6,21	40	7,76	32	23	2,439	17,08	22,20	11,3	27,33	9,1	34,16	7,3
11	0,648	4,54	5,90	42	7,26	34	9,08	28	24	2,631	18,40	23,92	10,4	29,43	8,5	36,80	6,8
12	0,743	5,20	6,76	37	8,32	30	10,40	24	25	2,817	19,72	25,63	9,8	31,55	7,9	39,44	6,3
13	0,837	5,86	7,62	33	9,37	27	11,72	21	26	3,000	21,04	27,35	9,1	33,66	7,4	42,08	5,9
	Millim.	Kilogr.			Kilogr.		Kilogr.			Millim.	Kilogr.			Kilogr.		Kilogr.	

Die Nummern 1 bis 8 werden hauptsächlich zu durchbrochenen Ornamenten verwendet; Nr. 8 bis 11 dienen besonders zu gestanzten und getriebenen Gegenständen, Nr. 10 bis 12 vorzugsweise zu gezogenen Profilen, zu Gefäßen und Wafferrinnen; Nr. 11 bis 14 sind die gewöhnlichsten Sorten für flache und

138) Vergl. die Mittheilung über *Pettenkofer's* Beobachtungen in Art. 210, S. 206.

Wellenblech-Dachdeckung, so wie für Gefimsabdeckungen, während die stärksten Nummern zu Badewannen, Pumpenrohren, Reservoiren etc. Anwendung finden.

Zur Confervirung des Zinks und zugleich zur Verdeckung der unschönen matt blaugrauen Farbe desselben dienen je nach dem Zwecke verschiedene Anstriche und Ueberzüge. Namentlich werden für Zinkgegenstände, welche nicht allzugroßen Abnutzungen und Unbilden durch Wind und Wetter ausgesetzt sind, Sydramin- und Silicat-Farbenanstriche mit Vortheil angewendet; auch Farbenanstriche mit Lacküberzügen sind üblich¹³⁹⁾. Für Statuen, Vasen, Candelaber etc. hat man nach metallischen Ueberzügen gestrebt; aber erst seit *Hoffauer* in Berlin 1854 das Bronziren von Zinkgegenständen auf galvanischem Wege mit Glück eingeführt hat, ist der Kunstzinkguss mit der echten Bronze in achtbare Concurrenz getreten, da solche, mit einer hinreichend dicken Bronze-Schicht überzogenen Gegenstände dieselbe schöne Farbe, den sanften Glanz und später die werthvolle Patina annehmen, wie Statuen-Bronze. Heute werden die größten Statuen im galvanischen Bade aus Kupfervitriol, Cyankalium und Zinkvitriol unter Anwendung starker Ströme in kurzer Zeit tadellos bronzirt. *Pufcher* in Nürnberg hat durch Behandlung der Zinkgegenstände mit basisch-essigsaurem Bleioxyd, welchem verschiedene Oxydfarbstoffe zugesetzt werden können, sehr haltbare, besonders zur Stein-Imitation geeignete Confervirungsverfahren erfunden, welche sich sehr gut bewähren sollen. *Böttger* hat ein besonders für Dachdeckungen geeignetes Mittel durch Behandlung mit Kaliumchlorat und Kupfervitriol und weitere Behandlung mit einer verdünnten Lösung von Asphalt in Benzol gefunden, welches den Blechen eine schöne schwarze Farbe verleiht.

218.
Confervirung.

Literatur

über »Zink als Baustoff«.

Der Zink in seinen verschiedenen Verwendungsarten, besonders für die Anwendung des Zinkbleches im Baufach etc. Breslau 1857.

VOGEL, A. Das metallische Zink etc. München 1861.

Ueber Zinkgießerei. Maschinenb. 1873, S. 250.

KOLLER, TH. Ueber die praktische Bedeutung des Zinks. WIECK's ill. Gwbztg. 1881, S. 15.

b) Blei.

Unter den unedlen Metallen das weichste und schwerste, hat das Blei seiner außerordentlich leichten Formbarkeit halber, so wie wegen seines niedrigen Schmelzpunktes seit den ältesten Zeiten in der Baukunst Anwendung gefunden. Die große Weichheit verbunden mit leichter Hämmerbarkeit und Walzbarkeit hat seine Anwendung in Platten- und Blechform zu Dachdeckungen und zum Isoliren von feuchtem Untergrunde bei Monumentalbauten veranlaßt; auch dient es in dieser Form zu Zwischenlagen in Steinfugen und Holzverbindungen. Sehr verbreitet sind Bleirohre für Wasser-, wohl auch für Gasleitungen, welche entweder gegossen oder gepreßt vorkommen; auch muß der für Wasserverföhrungen dienenden, innen verzinnten, sog. Mantelrohre Erwähnung geschehen. Lichte Weiten und Gewichte solcher Rohre werden in Theil III, Band 4 (C. Wasserverföhrung der Gebäude) angegeben werden.

Bekannt ist auch die Verwendung des gezogenen Bleies bei Fensterverglasungen und des Bleigusses für Statuen und Ornamente. Als mechanischer Mörtel (vergl. Art. 51, S. 113) dient das Blei zum Vergießen von Eisentheilen, die in Stein zu versetzen sind.

219.
Blei
als Baustoff.

¹³⁹⁾ Siehe auch: Winckler, E. Handbuch zur Herstellung von Metallüberzügen etc. 3. Aufl. von F. Elsner. Halle 1881.

Die Dauerhaftigkeit von Blei ist eine unbegrenzte; denn die rasche Erblindung blanken Bleies an feuchter Luft, herrührend von der Bildung von Bleifuboxyd, schützt das Innere vor weiterer Oxydation; Wasser, besonders Regenwasser bildet weisse in demselben suspendirbare Schuppen von Bleioxydhydrat, daher unter gewissen Umständen die Gefahr von gesundheitschädlichen Einwirkungen unverzinnter Bleirohre bei Wasserleitungen.

Walz- oder Rollenblei wird in Tafeln von 75 bis 95 cm Breite bis zu 10 m Länge in Stärken von 1,5 bis 2,0 mm hergestellt¹⁴⁰⁾.

220.
Gewicht,
Elasticität und
Festigkeit.

Das specifische Gewicht des Bleis beträgt je nach der Reinheit 11,300 bis 11,445. Seine Elasticität ist, der grossen Weichheit entsprechend, nur gering; nach *Rankine* beträgt der Elasticitäts-Coefficient 50,620 t pro 1 qcm. Auch die Zugfestigkeit ist gering; sie beträgt nach *Karmarsch* für gegossenes Blei 95 kg, für gewalzte Platten 83 bis 173 kg und für Bleidraht 213 bis 232 kg pro 1 qcm. Die Druckfestigkeit wird von *Rennie* mit 540 kg, die Abfcherungsfestigkeit von *Tresca* mit 120 kg pro 1 qcm angegeben.

2. Kapitel.

Kupfer und Legirungen.

a) Kupfer.

221.
Kupfer
als Baustoff.

Als das älteste unter allen Metallen und wegen seiner vortrefflichen Eigenschaften, die es zu den verschiedensten Gebrauchszwecken geeignet machen, hoch geschätzt, nimmt das Kupfer heute noch einen gewissermassen aristokratischen Rang auch unter den Baustoffen ein, und es ist gewiss gerechtfertigt, wenn der Architekt zur Bedachung eines Monumentalbaues dem Kupfer als haltbarstem Dachdeckungsmaterial unter Umständen den Vorzug giebt. Seine technischen Eigenschaften: die hohe Festigkeit und Elasticität, die vorzügliche Dehnbarkeit und daher Formbarkeit, seine ausserordentliche Dauerhaftigkeit und nicht in letzter Linie auch die Schönheit seiner Patina, der *aerugo nobilis*, qualificiren es mehr als jeden anderen Baustoff, dort Anwendung zu finden, wo es sich um künstlerischen Schutz edler Architektur aus kostbarem Material handelt. Selbst ein kostbares Material, kann zwar das Kupfer nie auf eine ausgedehnte Anwendung im decorativen Ausbau zählen; aber seine Wichtigkeit als Legirungsbestandtheil zu Messing und Bronze allein weisen ihm auch hier einen hervorragenden Platz an.

222.
Handelsorten,
Eigenschaften u.
Verwendung.

Im Handel erscheint das Kupfer als: 1) Rosetten-Kupfer, Gar- oder Scheibenkupfer, in Kuchen von 30 bis 60 cm Durchmesser; als Zeichen vorzüglicher Qualität, d. h. Reinheit gilt möglichste Dünnhheit bis unter 2 mm. 2) In Barren und Blöcken von ca. 45 cm Länge, 8 bis 30 cm Breite und 7 bis 8 cm Dicke. 3) Als Granalien, in Pulver- oder Körnerform, besonders für Legirungszwecke.

Die Reinheit des Kupfers hat auf die Dichte und Härte, so wie auch auf den Dehnbarkeitsgrad grossen Einfluss. Verunreinigungen durch Kohlenstoff, Schwefel, Antimon, Arsen, Eisen etc. machen dasselbe rothbrüchig, Kupferoxydul hingegen kaltbrüchig.

Der Bruch des Handelskupfers soll fast rosenroth fein, metallischen Glanz und

¹⁴⁰⁾ Siehe auch: Percy, J. *Metallurgy*. Vol. III. *Lead, including desilverization and cupelation*. London 1870. Deutch von C. Rammelsburg. Braunschweig 1872.