

**4.2. Metallische Überzüge (anorganische Überzüge)**

- a) **Galvanische Überzüge:** DIN EN ISO 4042 (DIN 267-9)
  - = Elektrolytisches Metallabscheiden in galvanischen Bädern
  - Detaillierte Informationen siehe 5.7.5.7
  - Im galvanischen Verfahren werden auch Überzugskombinationen hergestellt, wie Zink-Eisen (ZnFe), Zink-Nickel (ZnNi/NiZn), Zink-Kobalt (ZnCo), Nickel-Phosphor, ...
  
- b) **Chemisch Vernickeln**  
 Stromlose chemische Beschichtung aus wässriger Nickelsalzlösung zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit und Verschleißfestigkeit unter Einhaltung gleichmäßiger Schichtdicken, z. B. DURNI-COAT
  
- c) **Feuerverzinkung:** DIN 267-10
  - = Thermische Verzinkung ("tZn"), Schichtdicke min. 40 µm
  - = Tauchen in flüssiges Zink (Schmelztauch-Verfahren bei Zn-Badtemperaturen ca. + 470° C bis + 520° C (= Hochtemperatur-Feuerverzinkung)
  - Hoher Korrosions-Schutzwert / "Kathodische Fernschutzwirkung"
  
- d) **Diffusions-Überzüge**
  - = Mit Hitze aufgebrachte Metallpulver-Beschichtungen,
  - z. B. Sheradisieren (Zinkpulver = Eisen-Zink-Diffusion), Inkromieren (Chrom)
  
- e) **Mechanische Überzüge\*** (Plattieren)
  - = Mechanische Metallpulver-Beschichtung,
  - z. B. Aufhämmern von Zinkstaub mit Glaskügelchen
  - = Mechanical Plating / Mechanical Galvanizing (3M-Company)
  
- f) **Dispersions-Überzüge\***
  - = Aufbacken von Zinklamellen bzw. Zink- und Aluminium-Lamellen in dispersiver Lösung
  - Markennamen: DELTA TONE, DACROMET
  - Häufig kombiniert mit anschließender Dünnlackbeschichtung
  - Hoher Korrosions-Schutzwert
  
- g) **Kombinierte Überzüge\*** (anorganisch und organisch) - "Duplex-Verfahren"
  - Hier werden nacheinander anorganische und organische Grund- und Deckschichten aufgebracht: Base Coat: z. B. galvanischer Überzug (Zink / Zinkphosphatierung) und/oder Dispersionsüberzug Top Coat: z. B. Dünnlack-/Flourpolymer-Schicht

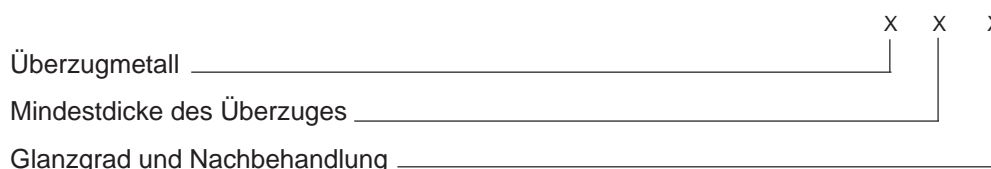
Bei beiden Überzügen sind Mehrfachbeschichtungen möglich.  
 Bekannteste Verfahren: DELTA MAGNI, DELTA-MKS, KLEVEREST, POLY-SEAL  
 - Hoher Korrosionsschutzwert

\*) Für Überzüge dieser Art sind Normen in Vorbereitung.

**4.2.1. Galvanische Überzüge nach DIN ISO 4042** (früher DIN 267 - 9) Schlüsselnummernsystem für galvanische Überzüge auf Teilen mit Gewinden

**Schlüsselnummernsystem**

Für galvanische Überzüge gilt das folgende Schlüsselnummernsystem



**Überzugsmetall**

Überzugsmetall/-legierung		Kennbuchstabe
Kurzzeichen	Element	
Zn	Zink	A
Cd <sup>a</sup>	Cadmium	B
Cu	Kupfer	C
CuZn	Kupfer-Zink	D
Ni b <sup>b</sup>	Nickel	E
Ni b Cr r <sup>b</sup>	Nickel-Chrom	F
CuNi b <sup>b</sup>	Kupfer-Nickel	G
CuNi b Cr r <sup>b</sup>	Kupfer-Nickel-Chrom <sup>c</sup>	H
Sn	Zinn	J
CuSn	Kupfer-Zinn	K
Ag	Silber	L
CuAg	Kupfer-Silber	N
ZnNi	Zink-Nickel	P
ZnCo	Zink-Kobalt	Q
ZnFe	Zink-Eisen	R

<sup>a</sup> Die Verwendung von Cadmium ist in bestimmten Ländern eingeschränkt.

<sup>b</sup> Der ISO-Klassifizierungscode ist in ISO 1456 festgelegt.

<sup>c</sup> Dicke der Chromschicht ungefähr 0,3 µm

**Schichtdicken (Gesamtschichtdicke)**

Schichtdicke, µm		Kennzahl
ein Überzugsmetall	zwei Überzugsmetalle <sup>a</sup>	
keine Schichtdicke vorgeschrieben	–	0
3	–	1
5	2 + 3	2
8	3 + 5	3
10	4 + 6	9
12	4 + 8	4
15	5 + 10	5
20	8 + 12	6
25	10 + 15	7
30	12 + 18	8

<sup>a</sup> Die für das erste und das zweite Überzugsmetall festgelegten Dicken gelten für alle Kombinationen von Überzügen mit der Ausnahme, daß Chrom die oberste Schicht ist, die immer eine Dicke von 0,3 µm hat.

Nachbehandlung und Passivieren durch Chromatieren

Glanzgrad	Passivieren durch Chromatieren <sup>a</sup> Eigenfarbe	Kennbuchstabe
matt	keine Farbe	A
	bläulich bis bläulich irisierend <sup>b</sup>	B
	gelblich schimmerend bis gelbbraun, irisierend	C
	olivgrün bis olivbraun	D
blank	keine Farbe	E
	bläulich bis bläulich irisierend <sup>b</sup>	F
	gelblich schimmerend bis gelbbraun, irisierend	G
	olivgrün bis olivbraun	H
glänzend	keine Farbe	J
	bläulich bis bläulich irisierend <sup>b</sup>	K
	gelblich schimmerend bis gelbbraun, irisierend	L
	olivgrün bis olivbraun	M
hochglänzend	keine Farbe	N
beliebig	wie B, C oder D	P
matt	braunschwarz bis schwarz	R
blank	braunschwarz bis schwarz	S
glänzend	braunschwarz bis schwarz	T
alle Glanzgrade	ohne Chromatieren <sup>c</sup>	U

<sup>a</sup> Passivieren ist nur bei Zink- oder Cadmiumüberzügen möglich.  
<sup>b</sup> Gilt nur für Zinküberzüge.  
<sup>c</sup> Beispiele für einen solchen Überzug: A5U

Bezeichnungsbeispiel:

Bezeichnung einer Sechskantschraube ISO 4014 - M 10 x 60 - 8.8 mit einem galvanischen Zinküberzug, mit einer Mindestschichtdicke von 5 m m und dem Glanzgrad "glänzend" und gelblich irisierend chromatiert:

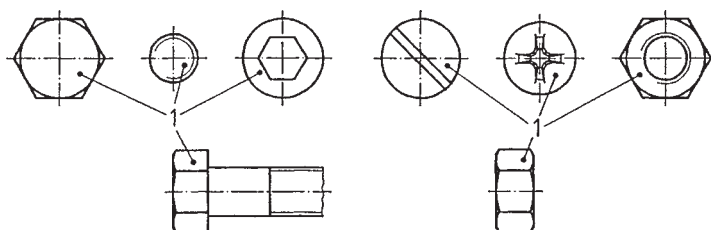
Sechskantschraube ISO 4014 - M 10 x 60 - 8.8 - A2L

Anmerkung 1: Wenn eine Mindestschichtdicke nicht ausdrücklich gefordert wird, dann soll für die Schichtdicke die Kennzahl 0 entsprechend Tabelle D. 2 angegeben werden, z. B. A0P, damit die Schlüsselnummer vollständig ist.

Die Kennzahl "0" gilt ebenso für Teile mit Gewinde unter M 1,6 oder andere sehr kleine Produkte.

Anmerkung 2: Sind andere Behandlungen erforderlich, z. B. gefettet oder geölt, so ist dies zu vereinbaren. Gegebenenfalls ist diese Behandlung im Klartext an die Bezeichnung anzuhängen.

Messung Schichtdicke



Messstellen für die örtliche Schichtdickenmessung bei Verbindungselementen

Obergrenzen der Nennschichtdicken

Gewindesteigung <i>P</i>	Gewindenenddurchmesser <sup>1)</sup> <i>d</i>	Innengewinde Toleranzlage G			Toleranzlage g						Außengewinde Toleranzlage f						Toleranzlage e					
		Grund- abmaß µm	Nenn- schicht- dicke µm	max.	Nennschichtdicke max. <sup>3)</sup>		Grund- abmaß µm	Nennschichtdicke max. <sup>3)</sup>		Grund- abmaß µm	Nennschichtdicke max. <sup>3)</sup>		Grund- abmaß µm	Nennschichtdicke max. <sup>3)</sup>		Grund- abmaß µm	Nennschichtdicke max. <sup>3)</sup>					
					Alle Nenn- längen µm	Nenn- länge <i>l</i> µm		Alle Nenn- längen µm	Nenn- länge <i>l</i> µm		Alle Nenn- längen µm	Nenn- länge <i>l</i> µm		Alle Nenn- längen µm	Nenn- länge <i>l</i> µm							
mm	mm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm	µm				
0,2		+17	3	-17	3	3	3	3														
0,25	1, 1,2	+18	3	-18	3	3	3	3														
0,3	1,4	+18	3	-18	3	3	3	3														
0,35	1,6(1,8)	+19	3	-19	3	3	3	3	-34	8	8	5	5									
0,4	2	+19	3	-19	3	3	3	3	-34	8	8	5	5									
0,45	2,5(2,2)	+20	5	-20	5	3	3	3	-35	8	8	5	5									
0,5	3	+20	5	-20	5	3	3	3	-36	8	8	5	5									
0,6	3,5	+21	5	-21	5	3	3	3	-36	8	8	5	5									
0,7	4	+22	5	-22	5	3	3	3	-38	8	8	5	5									
0,75	4,5	+22	5	-22	5	3	3	3	-38	8	8	5	5									
0,8	5	+24	5	-24	5	3	3	3	-38	8	8	5	5									
1	6(7)	+26	5	-26	5	3	3	3	-40	10	10	8	8									
1,25	8	+28	5	-28	5	5	5	3	-42	10	10	8	8									
1,5	10	+32	8	-32	8	5	5	5	-45	10	10	8	8									
1,75	12	+34	8	-34	8	5	5	5	-48	12	12	8	8									
2	16(14)	+38	8	-38	8	5	5	5	-52	12	12	10	10									
2,5	20(18;22)	+42	10	-42	10	8	8	8	-58	12	12	10	10									
3	24(27)	+48	12	-48	12	8	8	8	-63	15	15	12	12									
3,5	30(33)	+53	12	-53	12	10	10	10	-70	15	15	12	12									
4	36(39)	+60	15	-60	15	12	12	12	-75	15	15	15	15									
4,5	42(45)	+63	15	-63	15	12	12	12	-80	20	20	15	15									
5	48(52)	+71	15	-71	15	12	12	12	-85	20	20	15	15									
5,5	56(60)	+75	15	-75	15	15	15	15	-90	20	20	15	15									
6	64	+80	20	-80	20	15	15	15	-95	20	20	15	15									

1) Die Angabe der Regelgewindedurchmesser ist nur zur Information. Die entscheidende Größe ist die Gewindesteigung.  
 2) Höchstwerte der Nennschichtdicke, wenn die Messung der örtlichen Schichtdicke vereinbart wurde.  
 3) Höchstwerte der Nennschichtdicke, wenn die Messung der mittleren Schichtdicke des Loses vereinbart wurde.  
 Anmerkung: Weitere Abmaße für Gewinde speziell zur Aufbringung von dicken Überzügen sind in Tabelle C.1 angegeben.

**4.2.2. Verminderung der Wasserstoffversprödungsgefahr nach Aufbringen des galvanischen Überzuges.**

Teile aus Stahl, die auf Festigkeiten  $R_m \hat{=} 1000 \text{ N/mm}^2$  vergütet sind, einschließlich der Festigkeitsklassen 10.9 und darüber, und/oder Teile mit Härten über 320 HV, erfordern Tempern nach Aufbringen des galvanischen Überzuges, um die Gefahr der Wasserstoffversprödung zu vermindern.

Bei Schrauben aus Stahl, die auf Zugfestigkeiten  $R_m > 1450 \text{ N/mm}^2$  und/oder Härten über 450 HV vergütet sind, sind besondere Vorbehandlungen, bei denen die Verwendung von Säuren vermieden werden soll, erforderlich. Es sollen hochwirksame Elektrolyten verwendet werden. In solchen Fällen muss die Temperzeit durch Versuche ermittelt werden. Deshalb ist für Schrauben mit Zugfestigkeiten oberhalb Festigkeitsklasse 12.9 keine Temperdauer angegeben.

Das Tempern muss sobald wie möglich, jedoch spätestens 4 Stunden nach Abschluß der galvanischen Oberflächenbehandlung, entsprechend nachfolgender Tabelle durchgeführt werden. Die Temperdauer wird von dem Zeitpunkt an gemessen, wenn die Teile die Mindesttemperatur erreicht haben.

**Temperdauer**

Teile	Mindest-Temperdauer bei 180° C bis 230° C h
Schrauben mit Festigkeitsklasse 10.9	4
Schrauben mit Festigkeitsklasse 12.9	6
Kombi-Schrauben mit Federelementen, Härtebereich 390 HV bis 500 HV	8
Kombi-Schrauben mit Federelementen, Härtebereich 500 HV bis 600 HV	12
Einsatzvergütete Schrauben (Blechschraben)	2
Gewindeförmende Schrauben	6

Anmerkung: Andere Temperdauern und -temperaturen dürfen festgelegt und angewendet werden, wenn nachgewiesen wurde, daß sie für ein Teil geeignet sind. Die Temperatur für das Tempern soll jedoch nicht die Anlaßtemperatur überschreiten. Da unterschiedliche Stahlsorten unterschiedlich anfällig für Wasserstoffversprödung sind, können die hier angegebenen Bedingungen für das Tempern in bestimmten Fällen ungeeignet sein. Es wird deshalb empfohlen, bei kritischen Teilen die Bedingungen für das Tempern durch Versuche zu ermitteln.

Bei Produkten mit Schichtdicken von 5  $\mu\text{m}$  und mehr, bei denen eine Wärmebehandlung zur Verminderung der Wasserstoffversprödungsgefahr erforderlich ist, darf der galvanische Überzug in zwei Stufen mit zwischengeschaltetem Tempern aufgebracht werden.

**Hinweis:**

Durch eine nachträgliche Wärmebehandlung wird das Risiko einer Wasserstoffversprödung vermindert, eine vollständige Beseitigung kann nicht garantiert werden. Das Restrisiko trägt der Auftraggeber.

**4.2.3. Nicht elektrolytisch aufgetragene Zinklamellenüberzüge (DIN EN ISO 10683)**

Die Bezeichnung des Überzugs ist nach dem in ISO 8991 (DIN 962) vorgeschriebenen Bezeichnungssystem der Produktbezeichnung hinzuzufügen, wobei das Zeichen flZn für den nicht elektrolytisch aufgetragenen Zinkflockenüberzug, eine Zahl für die erforderliche Dauer der Salzsprühnebelprüfung in Stunden und erforderlichenfalls die Spezifikation für einen Überzug mit Chromat (yc) oder ohne Chromat (nc) zu verwenden ist.

**DACROMET-Verfahren**

Ein umweltfreundlicher Überzug

Die Technologie der DACROMETISIERUNG ist eines der wenigen industriellen Oberflächenverfahren, das sich wirklich als umweltfreundlich bezeichnen kann. Kein giftiger Rückstand wird hervorgerufen, weder in der Luft, noch im Wasser, wo ein totaler Verbrauch zwischen dem Produkt und den Teilen stattfindet, da keine Spülung erfolgt. Die organischen Anteile im feuchten DACROMET-Film verwandeln sich während der Einbrennung in Kohlensäure und Wasser.

**Prinzip**

DACROMET® ist ein nichtelektrolytischer abgeschiedener Überzug auf metallischer Basis (keine Wasserstoffversprödung). Aufgrund der geringen Schichtdicke sichert er die Funktionalität der beschichteten Teile. Der Überzug besteht hauptsächlich aus Zink- und Aluminiumlamellen, die sich in einer metallischen Verbindung von Chrompassivierung bietet einen optimalen Dünnschichtkorrosionsschutz. Die Anwendungstechniken respektieren die Umweltbedingungen.

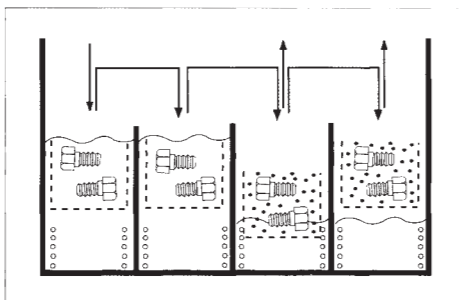
**Produktreihe**

DACROMET 320®: Ausgangsprodukt für den Schutz von metallischen Teilen.

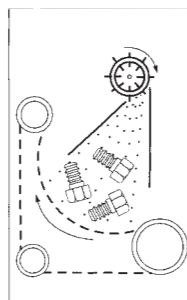
DACROMET 500®: Mit integrierter Trockenschmierung besonders für den Schutz von Schrauben und Verbindungselementen, Schloßmechanismen, Ketten, usw..., geeignet. DACROMET 320®LC: Weiterentwicklung von DACROMET 500®, mit weniger extrahierbarem Chromgehalt.

DACROMET 360®: Besitzt erhöhten Widerstand bei hohen Temperaturen und besonders in Industriemotoren. DACROBLACK™: System in schwarzer Ausführung mit integrierter Trockenschmierung zur Vervollständigung der DACROMET®-Produktserie. Geomet ist Chrom VI freie Beschichtung.

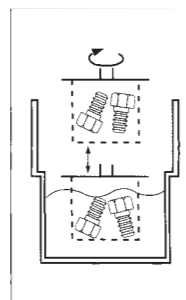
**Entfettung**



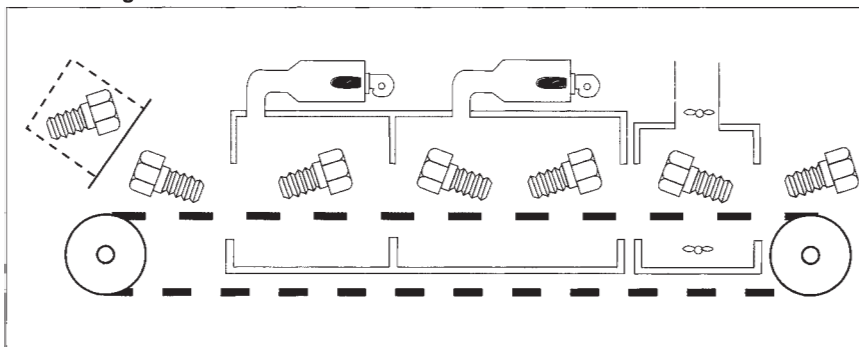
**Strahlen**



**Tauchen-  
Schleudern**



**Einbrennung**



#### Trommelwarenbeschichtung

Nach einer klassischen Reinigung der zu beschichtenden Teile, meistens Entfettung gefolgt von einer Strahlung, werden die Teile in einen runden Tauchkorb gefüllt. Die Beschichtung erfolgt durch ein Tauchen des Korbes in die wässrige Dispersion DACROMET bei 20°C mit anschließender Schleuderung.

#### Gestellwarentechnik

Die Teile werden auf spezielle Gestelle gehängt, die eine Technik der Tauch-Abtropf-Schleuderung ermöglichen. Wo die Konfiguration der Teile oder deren Größe eine Schleuderung ausschließen, wird eher die Technik des Tauchen-Abtropfens empfohlen. Die DACROMET-Flüssigkeit ist auch für das Spritzverfahren mit pneumatischen oder elektrostatischen Pistolen sehr geeignet. Die Bedingungen des Spritzverfahrens werden laufend mit den Materialherstellern auf der DACRAL-Pilotspritzanlage optimiert.

#### Trocknung und Filmbildung

Die Trocknungsphase besteht aus der Verdampfung des Wassers im feuchten DACROMET-Film. Sie wird bei einer mäßigen Temperatur durchgeführt. Die Reaktion wird bei der Temperatur bei ca. 300°C hervorgerufen und ist notwendig, um die Struktur des Trivalentchromes des Überzugs zu bilden. Dieser Vorgang wird in kontinuierlichen Einbrennöfen durchgeführt, die hauptsächlich mit direkter Gasflamme beheizt werden.

#### Anzahl der Schichten

Der Beschichtungsprozess von Trommelwarenteilen sieht mindestens eine zweifache DACROMET-Beschichtung vor, um eine Regelmäßigkeit der Schicht zu erhalten, die den Korrosionsschutzanforderungen der Entwicklungsbüros entspricht. Man spricht hier von einem Überzug mit 2 Schichten, mit mindestens 24g/m<sup>2</sup>, also ca. 5-7µm gemäß Grad A für Trommelware. Grad B bei Trommelware wird im Allgemeinen durch 3 Schichten erhalten, d.h. mindestens mit 36g/m<sup>2</sup>, also ca. 8-10 µm. Einzelbeschichtungen von Teilen, sei es im Gestell- oder Spritzverfahren, ermöglichen, daß das Schichtgewicht von Grad A oder Grad B durch eine Schicht erreicht wird.

### **DELTA - MKS (Mikroschicht Korrosionsschutz System) - Verfahren**

#### DELTA-TONE

##### Anorganisches Mikroschicht-System (Basecoat)

Anorganisches Basecoat mit:

- kathodischer Schutzwirkung ▪ elektrischer Leitfähigkeit ▪ hoher Beständigkeit in der Salz-Sprüh-Nebelprüfung (DIN 50021 bzw. ASTM B117) in Abhängigkeit von Anwendung und Schichtaufbau ▪ hoher Temperaturbeständigkeit, je nach Anwendung und Schichtaufbau
- niedrigen Trockenschichtdicken ▪ hoher Beständigkeit (je nach Schichtaufbau) im Schwitzwassertest (DIN 50017) ▪ bedingter Witterungsbeständigkeit

#### DELTA-SEAL

##### DELTA-SEAL GZ

Organisches Mikroschicht-System (Topcoat, GZ = Gleitmittelzusatz)

Organisches Topcoat (speziell auf DELTA-TONE abgestimmt) mit:

- Versiegelungseigenschaften (je nach Schichtaufbau) ▪ Farbgebung (Standardfarbtöne gemäß Dörken-Farbtonkarte) ▪ Reduzierung der Reibungszahlen (besonders DELTA-SEAL GZ)
- Verbesserung der Beständigkeit im Wechselklimatetest mit SO<sub>2</sub> (je nach Schichtaufbau)
- guter Haftung (nach entspr. Vorbehandlung) auf Edelstahl, Zink, Aluminium und Phosphatschichten ▪ Erhöhung der Salz-Sprüh-Nebelbeständigkeit bei gleichzeitiger Reduzierung von Weißrost (je nach Schichtaufbau) ▪ hoher Härte bei gleichzeitig guten Verformungseigenschaften (je nach Schichtaufbau) ▪ guter Chemikalienbeständigkeit (je nach Schichtaufbau)
- hoher Temperaturbeständigkeit je nach Anwendung und Schichtaufbau
- physiologischer Unbedenklichkeit gegenüber Lebensmitteln und Trinkwasser
- bedingter Witterungsbeständigkeit