

Prüfbestimmungen zur Verleihung und zur Überwachung der Benutzer des Qualitätssie- gels des Fachverbandes qualifizierter Be- schichter e. V. (FQB)

QUALITÄTSSIEGEL



QUALIFIZIERTER
BESCHICHTER

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Geltungsbereich	4
2.1	Mitgeltende Normen, Vorschriften und Richtlinien	4
3	Prüfbestimmungen	9
3.1	Werkstoffe	9
3.1.1	Metallische Grundwerkstoffe	9
3.1.2	Kunststoffe als Grundwerkstoffe	10
3.2	Schichtsystem	10
3.2.1	Zwischenschichten	10
3.2.2	Überzugwerkstoffe	11
3.2.3	Beanspruchungsstufen:	12
3.3	Elektrolyte und Verfahren	13
3.4	Technische Unterlagen	14
3.4.1	Allgemeine Angaben	14
4	Betriebliche Voraussetzungen	15
5	Prüfbestimmungen	16
5.1	Überwachung der Beschichtungsverfahren	16
5.1.1	Titrimetrie	16
5.1.2	Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)	16
5.1.3	Infrarotspektroskopie (IR)	17
5.1.4	UV-VIS (Ultraviolet- Visible light Spectroscopy)	18
5.1.5	X-RAY	18
5.2	Überwachung der Produkte	18
5.2.1	Prüfung der Schichtdicke	19
5.2.2	Prüfung der Korrosionsbeständigkeit	19
5.2.3	Zusätzliche Prüfungen bei Systemen mit metallischen Grundwerkstoffen	20
5.2.4	Prüfung weiterer Qualitätsmerkmale bei Metallen als Grundwerkstoff	23
5.2.5	Zusätzliche Prüfungen bei Kunststoffen als Grundwerkstoff	23
6	Prüfbestimmungen der Prozesse und der Produkte in Abhängigkeit vom Schichtsystem	25
6.1	Galvanische Verzinkung einschl. Zinklegierungen mit Konversionsschichten ohne/mit Versiegelung	25
6.1.1	Geforderte Beständigkeiten für Zink- und Zinklegierungsschichten	27
6.1.2	Analysenhäufigkeit und –methoden zur Sicherstellung der Verfahrenssicherheit	30
6.2	Vernickelung mit/ohne Unterkupferung, mit Verchromung Metallische Grundwerkstoffe und Kunststoffe	33
6.2.1	Geforderte Beständigkeiten für Galvanische Vernickelung mit/ohne Unterkupferung mit Verchromung Metallische Grundwerkstoffe	34
6.2.2	Überwachung der Elektrolyte und Aktivlösungen für die galvanische Vernickelung mit / ohne Unterkupferung metallischer Grundwerkstoffe und Kunststoffe	36
6.3	Abscheidung von Chromüberzügen für technische Zwecke (Hartverchromung)	40
6.3.1	Geforderte Beständigkeiten, Härten und Rauheiten von Hartchromschichten	41
6.3.2	Prozesssicherung für Hartchromelektrolyte	42
6.4	Chemische (außenstromlose) Abscheidung von Nickel- und Nickellegierungsüberzügen	45
6.4.1	Geforderte Korrosions- und Abreibbeständigkeiten für außenstromlos abgeschiedene Nickelschichten	46
6.4.2	Prozesskontrolle für außenstromlos abgeschiedene Schichten	47
6.5	Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für technische Zwecke Metallische Grundwerkstoffe	48
6.5.1	Anforderungen an das System	49
6.5.2	Prozessdefinitionen für technische Goldschichten	49
6.6	Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für dekorative Zwecke Metallische Grundwerkstoffe und Kunststoffe	50
6.6.1	Anforderungen an das System	51
6.6.2	Prozessdefinitionen für dekorative Goldschichten	53

6.7	Galvanische Abscheidung von Silber- und Silberlegierungsüberzügen für technische Zwecke Metallische Grundwerkstoffe	54
6.7.1	Anforderungen an Silberschichten für technische und für Dekorative Anwendungen.....	55
6.7.2	Parameter für die Prozesssicherheit zur Abscheidung von Silber- und Silberlegierungsschichten.....	57

2 Geltungsbereich

Diese Prüfbestimmungen gelten für elektrolytisch und außenstromlos beschichtete Bauteile und Halbzeuge aus metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen, im nachfolgenden galvanisierte Bauteile und Halbzeuge genannt.

2.1 Mitgeltende Normen, Vorschriften und Richtlinien

Die nachfolgend aufgeführten Normen, Vorschriften und Richtlinien gelten in den Abschnitten, die sich auf den Geltungsbereich dieser Durchführungsbestimmungen beziehen. Die neueste Fassung ist zu beachten:

DIN	
DIN 50 018	Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre
DIN 50905, Teil 4	Dauertauchversuch in Aceton, Ameisensäure und Toluol.
DIN 8526	Prüfung von Weichlotverbindungen; Spaltlötverbindungen; Scherversuch, Zeitstandsversuch
DIN 32506-1, -2, -3	Lötbarkeitsprüfung für das Weichlöten
DIN 40046-37	Elektrotechnik; Grundlegende Umweltprüfverfahren; Prüfung Ky: Hydrogensulfid (Schwefelwasserstoff) H ₂ S für elektrische Kontakte und Verbindungen
DIN 41640, T4	Mess- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente
DIN 50018	Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre
DIN 50970	Nickelchemikalien für Nickelbäder, Anforderungen und Prüfungen
DIN 50971	Chemikalien für cyanidische und / oder alkalische Bäder, Anforderungen und Prüfungen
DIN 50972	Kupfersulfat für Kupferbäder, Anforderungen und Prüfungen
DIN 50973	Säuren für galvanische Bäder, Anforderungen
DIN 50991	Chromtrioxid für Chrombäder, Anforderungen und Prüfungen
DIN 1702	Nickelanoden
DIN 50957	Galvanisierungsprüfung mit der Hullzelle
DIN 50902	Schichten für Korrosionsschutz von Metallen; Begriffe, Verfahren und Oberflächenvorbereitung
DIN 50905 T1-3	Korrosion der Metalle Chemische Korrosionsuntersuchungen
DIN 50962	Chromatierte Zinklegierungsüberzüge auf Eisenwerkstoffen
DIN 50979	Galvanische Zink- und Zinklegierungsüberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlichen Cr(VI)-freien Behandlungen

DIN 53495	Prüfung von Kunststoffen, Bestimmung der Wasseraufnahme
DIN 50960 T1	Galvanische Überzüge - Bezeichnung in technischen Dokumenten
DIN 50960 T2	Galvanische Überzüge - Teil 2: Zeichnungsangaben
DIN 50961	Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen
DIN 50969-1	Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbrüche bei hochfesten Bauteilen aus Stahl-T1- Vorbeugende Maßnahmen
DIN 50969-2	Vermeidung fertigungsbedingter wasserstoffinduzierter Sprödbrüche bei hochfesten Bauteilen aus Stahl-T2- Prüfungen
DIN 53100	Galvanische Nickel-Chrom- und Kupfer-Nickel-Chrom-Überzüge auf Kunststoffen
DIN V 40046 T 37	Prüfung in schwefelwasserstoffhaltiger Atmosphäre
DIN 8237	Goldauflagen für Kleinuhrgehäuse (Abs. 4.3)
DIN 4768, T1 / DIN EN ISO 12179	Ermittlung der Rauheitskenngrößen Ra, Rz, Rmax, mit elektrischen Tastschnittgeräten; Begriffe, Messbedingungen / GPS
DIN EN	
DIN EN 1179	Primärzink
DIN EN 15205	Bestimmung von sechswertigem Chrom in Korrosionsschutzschichten-Qualitative Bestimmung
DIN EN 28654	Farben von Goldlegierungen Korrosionsschutz von Metallen - Galvanische Überzüge
DIN EN 1403	Korrosionsschutz von Metallen, Galvanische Überzüge, Verfahren für die Spezifizierung allgemeiner Anforderungen
DIN EN 12329	Galvanische Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen
DIN EN 12540	Galvanische Nickelüberzüge, Nickel-Chrom-Überzüge, Kupfer-, Nickel- und Chrom-Überzüge
DIN ISO	
DIN ISO 458-1, 2	Kunststoffe, Bestimmung der Torsionssteifigkeit von flexiblen Kunststoffen
DIN ISO 3269	Mechanische Verbindungselemente Annahmeprüfung
DIN ISO 2859	Annahemestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung)
DIN EN ISO	
DIN EN ISO 179 T1, T2	Kunststoffe - Bestimmung der Charpy-Schlagzähigkeit
DIN EN ISO 1463	Metall- und Oxidschichten - Schichtdickenmessung Mikroskopi-

	ches Verfahren
DIN EN ISO 2177	Metallische Überzüge - Schichtdickenmessung - Coulometrisches Verfahren durch anodische Ablösung
DIN EN ISO 2361	Elektrolytisch erzeugte Nickelschichten auf magnetischen und nichtmagnetischen Grundmetallen - Messen der Schichtdicke Magnetverfahren
DIN EN ISO 2819	Metallische Überzüge auf metallischen Grundwerkstoffen Galvanische und chemische Überzüge - Überblick über Methoden der Haftfestigkeitsprüfung
DIN EN ISO 3497	Metallische Überzüge Schichtdickenmessung Röntgenfluoreszenzverfahren
DIN EN ISO 3543	Metallische und nichtmetallische Schichten – Dickenmessung - Betarückstreu-Verfahren
DIN EN ISO 6988	Metallische und andere anorganische Überzüge - Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitskondensation
DIN EN ISO 3868	Metallische und andere anorganische Überzüge; Messung der Überzugsdicke; Mehrstrahlinterferometer-Methode nach FIZEAU
DIN EN ISO 4516	Metallische und verwandte Schichten; Mikrohärtebestimmung nach VICKERS und KNOOP
DIN EN ISO 4521	Metallische Überzüge; Galvanische Silber und Silberlegierungs-Überzüge für technische Zwecke- Anforderungen und Prüfverfahren
DIN EN ISO 4522-2	Metallische Überzüge; Prüfmethode für elektrolytisch abgeschiedene Überzüge aus Silber und Silberlegierungen
DIN EN ISO 4523	Metallische Überzüge; Galvanische Gold und Goldlegierungs-Überzüge für elektrische, elektronische und technische Zwecke
DIN EN ISO 4524-1	Metallische Überzüge; Prüfmethode für elektrolytische Überzüge aus Gold und Goldlegierungen; Bestimmung der Überzugsdicke
DIN EN ISO 4524-3	Metallische Überzüge; Prüfmethode für elektrolytisch abgeschiedene Überzüge aus Gold und Goldlegierungen T3- Elektrographische Prüfungen
DIN EN ISO 4524-5	Metallische Überzüge; Prüfmethode für elektrolytisch abgeschiedene Überzüge aus Gold und Goldlegierungen
DIN EN ISO 4524-6	Metallische Überzüge; Prüfmethode für elektrolytisch abgeschiedene Überzüge aus Gold und Goldlegierungen T6- Bestimmung von Restsalzen
DIN EN ISO 8401	Metallische Überzüge; Übersicht über Methoden der Verformbarkeitsmessung
DIN EN ISO 9227	Korrosionstest in künstlichen Prüfatmosphären; Salzsprühprüfung

DIN EN ISO 6270-2	Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit- T2 Verfahren zur Beanspruchung von Proben in Kondenswasserklimaten
DIN EN ISO 2819	Metallische Überzüge auf metallischen Grundwerkstoffen - Galvanische und chemische Überzüge - Überblick über Methoden der Haftfestigkeitsprüfung
DIN EN ISO 2081	Metallische Überzüge –Galvanische Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen mit zusätzlicher Behandlung
DIN EN ISO 3613	Chromatierüberzüge auf Zink und Cadmium-Prüfverfahren
DIN EN ISO 4527	Autokatalytisch (außenstromlos) abgeschiedene Nickel-Phosphor-Legierungs-Überzüge – Spezifikationen und Prüfverfahren
DIN EN ISO 10289	Bewertung der Proben und Erzeugnisse nach einer Korrosionsprüfung
DIN EN ISO 2361	Messung der Schichtdicke - Magnetverfahren
DIN EN ISO 2177	Schichtdickenmessung – Coulometrisches Verfahren durch anodisches Ablösen
DIN EN ISO 2178	Nichtmagnetische Überzüge auf magnetischen Grundmetallen – Messen der Schichtdicke - Magnetverfahren
DIN EN ISO 3497	Schichtdickenmessung – Röntgenfluoreszenz - Verfahren
DIN EN ISO 1463	Schichtdickenmessung – Mikroskopisches Verfahren
DIN EN ISO 3543	Dickenmessung Betarückstreu-Verfahren
DIN EN ISO 9227	Korrosionsprüfungen in künstlicher Atmosphären - Salzsprühnebelprüfungen
DIN EN ISO 6988	Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitskondensation
DIN EN ISO 4538	Metallische Überzüge Thioacetamid-Korrosionsprüfung (TAA-Versuch)
DIN EN ISO 6158	Galvanische Chromüberzüge für technische Zwecke
DIN EN ISO 4526	Galvanische Nickelüberzüge für technische Zwecke
DIN EN ISO 10309	Porenprüfungen
DIN IEC	
DIN IEC 60068-2-20	Elektrotechnik – Grundlegende Umweltprüfungen – Prüfgruppe T –Löten
DIN IEC 60468	Verfahren zur Messung des spezifischen (elektrischen) Widerstandes metallischer Werkstoff

Sonsitge	
	Arbeitsblätter der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächen-technik e.V.:
	Richtlinie 2000/53/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 18.09.2000 über Altfahrzeuge

3 Prüfbestimmungen

3.1 Werkstoffe

3.1.1 Metallische Grundwerkstoffe

In DIN EN 1403 werden die allgemeinen Anforderungen an die Beschaffenheit des Grundwerkstoffes im Abschnitt 4. 1 d. als Informationspflicht des Auftraggebers näher definiert. Diese lauten:

"Der Auftraggeber muss über die Beschaffenheit, den Zustand und das Aussehen des Grundmetalls Auskunft geben, wenn durch eine dieser Eigenschaften die Verwendungsfähigkeit und/oder das Aussehen des Überzuges beeinflusst werden kann“.

Im Rahmen der Qualifizierung der galvanisierten Produkte sind die genannten Anforderungen Voraussetzung für die Wahl des Beanspruchungsprofils. Daher müssen die Grundwerkstoffe den nachfolgend festgelegten Anforderungen entsprechen. Diese lauten:

"Die zu galvanisierenden Werkstücke dürfen keine Werkstoff-, Bearbeitungs- oder Oberflächenfehler aufweisen, die möglicherweise die technischen Funktionen, den Korrosionsschutz und/oder das Aussehen der Überzüge ungünstig beeinflussen können. Das sind z.B. bei aus Walzerzeugnissen hergestellten Werkstücken Risse, Porennester, Fremdstoffeinschlüsse und Doppelungen, bei Gussstücken Einfall- und Kaltschweißstellen, Schrumpf- und Kerbrisse sowie Wirbelungen und Lunker“.

Im Übrigen wird auf die Arbeitsblätter

Einfluss des Grundwerkstoffs Stahl auf das Ergebnis galvanotechnischer Fertigung,
Einfluss des Grundwerkstoffs Aluminium und seiner Legierungen auf das Ergebnis galvanotechnischer Fertigung,

Einfluss des Grundwerkstoffs Kupfer und seiner Legierungen auf das Ergebnis galvanotechnischer Fertigung,

Einfluss des Grundwerkstoffs Zink-Druckguss auf das Ergebnis galvanotechnischer Fertigung

der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. hingewiesen.

Gegebenenfalls, insbesondere bei Abweichungen von den oben genannten Eigenschaften des Basismaterials, sind die Zusammensetzung, das Gefüge, die Oberflächenrauheit und die Oberflächenbeschaffenheit des Grundwerkstoffs zwischen Hersteller und Abnehmer zu vereinbaren.

3.1.2 Kunststoffe als Grundwerkstoffe

Kunststoffe sind aus mehreren Gründen technisch interessant:

- ✓ niedrige Dichte,
- ✓ kostengünstige Werkstoffherstellung und Teilefertigung,
- ✓ Möglichkeit der Festigkeitssteigerung durch Verstärken,
- ✓ Reaktionsträgheit.

Die Forderung nach metallischen Oberflächen (aus Gründen wie z.B. Glanz, Härte, Abriebwiderstand, Reibungszahl, Reinigungsfähigkeit, elektrische Leitfähigkeit) kann auch bei Kunststoffen durch chemisch und galvanisch abgeschiedene Überzüge erfüllt werden. Hierzu ist allerdings die sorgfältige Abstimmung von Kunststoffart, Vorbehandlung und Galvanisierverfahren notwendig, um z.B. optimale Haftfestigkeit des metallischen Überzugs auf dem organischen Grundwerkstoff zu erzielen. Außerdem muss das Verhalten des Verbundes der beiden in Aufbau und Eigenschaften deutlich unterschiedlichen Werkstoffgruppen z.B. bei thermischer Beanspruchung geprüft werden.

Die Qualifizierungsrichtlinien werden nach den derzeit üblicherweise galvanisierten Kunststoffen variiert. Das ist vor allen Dingen bei der Korrosionsprüfung erforderlich, um einen Angriff auf den Grundwerkstoff zufolge eines gestört aufgebauten oder örtlich zerstörten Überzugs erkennen zu können. Dabei wird zwischen folgenden Kunststoffgruppen unterschieden:

- ✓ Acrylnitrilbutadienstyrol (auch in Verbindung mit Polycarbonat) ABS,ABS-PC
- ✓ Polyamid (unverstärkt und verstärkt) PA,
- ✓ Polypropylen PP,
- ✓ Polystyrol PS.

3.2 Schichtsystem

Die Heute eingesetzten Beschichtungen sind häufig aus mehreren nacheinander aufgetragenen Schichten charakterisiert, die ein „Schichtsystem“ ausbilden. Im Folgenden sind die Begriffe für Schichtsysteme erläutert:

3.2.1 Zwischenschichten

Manchmal empfiehlt es sich, zwischen Grundwerkstoff und Endsicht eine Zwischenschicht (galvanisch) aufzubringen. Diese Zwischenschicht, meist Nickel, kann die Oberflächenbeschaffenheit des Grundwerkstoffes verbessern. Die Eigenschaften des Verbundwerkstoffes Grundwerkstoff + Zwischenschichtüberzug + Endsicht, z. B. Glanz, Korrosionsbeständigkeit, Verschleißverhalten, werden günstig beeinflusst, Diffusionsprozesse zwischen Endsicht und Grundwerkstoff werden eingeschränkt.

3.2.2 Überzugswerkstoffe

Die DIN EN 1403, Anhang A2, legt die Symbole der auf einen Trägerwerkstoff aufzubringenden Überzugswerkstoffe fest:

Tabelle 1: Bezeichnungen

Kurzzeichen	Definition
Ni	Nickel
Cu	Kupfer
Cr	Chrom
Zn	Zink ohne zugesetzten Legierungspartner
ZnFe	Zinklegierungsüberzug mit einem Massenanteil von 0,3 % bis 1,0 % Eisen
ZnNi	Zinklegierungsüberzug mit einem Massenanteil von 12 % bis 15 % Nickel
Cd	Cadmium
Sn	Zinn
Ag	Silber
Au	Gold
T0	Ohne Versiegelung
T2	Mit Versiegelung

Versiegelungen (T2) bestehen aus Cr(VI)-freien organischen und /oder anorganischen Verbindungen. Mit Kaltreiniger entfernbare Produkte, z. B. auf Öl-, Fett-, Wachsbasis, werden im Rahmen der Prüfrichtlinie nicht als Versiegelung betrachtet (siehe auch DIN 50979)

Tabelle 2: Codebezeichnungen für nachbehandelte Oberflächen / Konversions-schichten

Kurzname / Code	Verfahrensgruppe	Typisches Aussehen	Bemerkung
A	klar	Transparent, farblos	Kann Cr-(VI) enthalten
B*	gebleicht*	Transparent mit leichtem Irisieren	Kann Cr-(VI) enthalten
C	irisierend	Gelblich irisierend	Kann Cr-(VI) enthalten
D	undurchsichtig	Oliv-grün	Kann Cr-(VI) enthalten
F	schwarz	Schwarz	Kann Cr-(VI) enthalten
An	Transparent passiviert	Farblos bis farbig irisierend	Cr-(VI) frei /häufig als „Dünnschichtpassivierung“ bezeichnet
Cn	Irisierend Passiviert	Farbig irisierend	Cr-(VI) frei /häufig als „Dickschichtpassivierung“ bezeichnet
Fn	Schwarz passiviert	Schwarz	Cr-(VI) frei

*hierbei handelt es sich um ein zweistufiges Verfahren

3.2.3 Beanspruchungsstufen:

Die aufzubringenden Schichtsysteme richten sich sehr stark auch nach den späteren Anwendungen. Um eine Abschätzung im Hinblick auf das zu wählende Schichtsystem vornehmen zu können werden Beanspruchungsstufen festgelegt:

Tabelle 3: Beispiele für Beanspruchungsstufen für das Schichtsystems Cu/Ni/Cr

Beanspruchungsstufe	Art der Beanspruchung
0	Dekorative Anwendung (ohne Beanspruchung)
1	Innenraumbeanspruchung in warmer, trockener Atmosphäre
2	Innenraumbeanspruchung in Räumen, in denen Kondensation auftreten darf
3	Freibewitterung unter gemäßigten Bedingungen
4	Freibewitterung unter schweren korrosiven Bedingungen, See- oder Industrieklima

Anhand der Beanspruchungsstufe und der späteren Anwendung des Bauteils können Empfehlungen für die Auflage ausgesprochen werden:

Tabelle 4: Empfohlene Schichtdicken in Abhängigkeit von der geplanten Beanspruchungsstufen für Zink- und Zinklegierungen

Beanspruchungsstufe	Schichtsystem (μm /Nachbehandlung)
0	5 / A
1	8 / A
2	12 / A
3	25 / A
4	25 / C

3.3 Elektrolyte und Verfahren

Je nach Schichtsystem und Anwendung werden unterschiedliche Elektrolyte und Verfahren zur Aufbringung der Schichten eingesetzt. Diese Elektrolyte und Verfahren sind gemäß definierter Kriterien zu überwachen. Einige Kriterien sind bei bestimmten Elektrolyttypen immer zu bestimmen und in definierten Grenzen zu halten. Die einzuhaltenen Grenzen für die verschiedenen Verfahren sind in Kapitel 6 definiert, ebenso die Häufigkeit der Überwachungen. Die dort dargestellten Zyklen und Parameter stellen die Mindestanforderungen für Mitglieder des FQB dar.

Bei speziellen Anwendungen und speziellen Grundmaterial / Schichtkombinationen ist es teilweise erforderlich, von den Basisprozessen, abweichende Verfahrensparameter einzustellen. Diese sind in entsprechenden „Individualprozessen“ zu definieren, die vom Qualifizierungsausschuss des FQB zu bestätigen sind.

3.4 Technische Unterlagen

3.4.1 Allgemeine Angaben

Für die zur Aufbringung der unter Abschnitt 3.2.2 genannten metallischen Schichten erforderlichen Verfahren gelten unabhängig von den speziellen Prüfbestimmungen die im Abschnitt 2.1 genannten mitgeltenden Normen:

In Anlehnung an die o. g. Normen sind in den Bestellangaben zu fordern bzw. zu vereinbaren:

- ✓ die Beanspruchungsstufe
- ✓ die Referenzflächen auf den wesentlichen Flächen (durch Zeichnung oder Muster zu kennzeichnen,
- ✓ das Verfahren zum Messen der Schichtdicke
- ✓ das Verfahren zur Prüfung der Korrosionsbeständigkeit
- ✓ das Verfahren zur Prüfung der Haftfestigkeit,
- ✓ das Verfahren zur Prüfung der Riss- und Porendichte bei Chromüberzügen,
- ✓ evtl. Wärmebehandlung vor bzw. nach dem Galvanisieren sowie weitere, für besondere Anwendungen erforderliche Angaben.

4 Betriebliche Voraussetzungen

Zu den betrieblichen Voraussetzungen sind Galvanisieranlagen einschließlich der erforderlichen Vor- und Nachbehandlungselektrolyte und der benötigten Peripherieeinrichtungen zur Abscheidung von Metallen oder Metallsystemen notwendig, die eine Einhaltung der festgelegten Qualitätsmerkmale sicherstellen,.

Des Weiteren sind Kontroll- und Messeinrichtungen zur Untersuchung der Elektrolyte und Schutzüberzüge (siehe auch Punkt 5) erforderlich.

Darüber hinaus werden die folgenden Voraussetzungen an den Betrieb gestellt:

- ✓ Die internen Abläufe sind schriftlich in Form von Verfahrens- und / oder Arbeitsanweisungen fixiert. Es wird ein QM- System gepflegt.
- ✓ Die verwendeten Messgeräte (sowohl für die Überwachung der Elektrolyte und Lösungen als auch für die Prüfung der Merkmale der hergestellten Produkte) müssen den Anforderungen entsprechen und für die Anwendung geeignet sein. Dieses ist entsprechend durch das Führen Kontrollkarten und durch Wartungspläne nachzuweisen.
- ✓ Alle erforderlichen Umweltschutzauflagen und –verordnungen werden eingehalten. Dieses ist durch entsprechende Behördenschreiben nachzuweisen. Ein Verstoß dagegen würde das Ansehen des Vereins bei den Kunden schmälern und damit Auswirkungen auf alle Vereinsmitglieder haben.
- ✓ Alle Daten und Aufzeichnungen sowohl Auftragsbezogen als auch Verfahrensbezogen stehen bei Bedarf zur Verfügung.

Um die Einhaltung der betrieblichen Voraussetzungen nachzuprüfen ist bei der Überwachung ein Betriebsrundgang unerlässlich. Dieser darf der mit der Überwachung beauftragten Person / Institution nicht verwehrt werden, solange nicht glaubhaft gemacht werden kann, dass dem Mitglied dadurch nicht vertretbare Nachteile entstehen würden.

5 Prüfbestimmungen

5.1 Überwachung der Beschichtungsverfahren

Um über einen längeren Zeitraum konstante Qualität zu gewährleisten sind die Parameter der Elektrolyte regelmäßig zu überwachen. Die zu überwachenden Parameter sind in den Basisprozessen festgelegt.

Die hierfür anzuwendenden Analysemethoden sind auszugsweise im Folgenden dargelegt. Gemäß Punkt 4 „Betriebliche Voraussetzungen“ muss das zu überwachende Mitglied nachweisen, dass es in der Lage ist, die geforderten Elektrolytparameter auch mit hinreichender Genauigkeit und Sicherheit zu bestimmen. Hier ist sowohl nachzuweisen, dass die Geräte dafür geeignet sind als auch der Nachweis zu erbringen, dass das Bedienerpersonal in der Lage ist, mit den Geräte eine ausreichende Genauigkeit zu erzielen.

5.1.1 Titrimetrie

Die Titration oder Titrimetrie ist eine Methode der quantitativen chemischen Analyse. Mit einer Bürette wird zu einer Probelösung (Titrand) ein Reagenz bekannter Konzentration (Maßlösung, Titrator oder Titrant genannt) hinzugegeben, bis die Äquivalentstoffmengen gleich sind und der in der Probelösung enthaltene Indikator sich färbt ("Äquivalenzpunkt", sprunghafter Anstieg der Titrationskurve). An der Bürette wird das verbrauchte Volumen abgemessen und über stöchiometrische Umrechnungen die Menge oder die Konzentration des gesuchten Stoffes berechnet.

Die Titrimetrie eignet sich in erster Linie für die Bestimmung von Konzentrationen im Chemielabor des Mitglieds. Es kommen aber auch vollautomatische Titrationsautomaten zur Online-Analytik an den Anlagen zum Einsatz. Die Titrimetrie ist insbesondere geeignet für die Bestimmung von Aktivsubstanzen in Elektrolyten, die in höherer Konzentration vorliegen. Im Gegensatz zu einigen anderen Analysemethoden ist sie auch geeignet, um die Konzentration von Anionen oder Molekülen in der Lösung zu bestimmen (z.B. HPO_4^{2-} ; Cl^-).

Das Titrationsverfahren muss im Hinblick auf die Ergebnisse und auf die Genauigkeit der Fragestellung angepasst sein.

5.1.2 Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)

Die Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) ist eine bewährte und schnelle Methode zur quantitativen Bestimmung der Konzentration von vielen Elementen (Metalle, Halbmetalle) in (meist) wässrigen Lösungen.

Eine Lichtquelle emittiert Licht verschiedener Wellenlängen mit einer bestimmten Intensität. Im Strahlengang befindet sich eine Atomisierungseinheit, in der die Bestandteile einer zu untersuchenden Probe atomisiert, d. h. in einzelne, anregbare Atome überführt werden. Die Atomisierung der Elemente erfolgt

- ✓ Entweder durch eine Flamme (Ethyl/Luft- oder Ethin/Lachgas-Gemisch), in die die zu analysierende Lösung zerstäubt wird oder
- ✓ durch schnelles, starkes Erhitzen (elektrisch in einem Graphitrohr), in das zuvor eine geringe Menge der Lösung hineingegeben wurde.

Nach Schwächung des Lichtstrahls in der Atomwolke (Absorption) wird seine Intensität hinter der Atomisierungseinheit gemessen und mit der Intensität des ungeschwächten Lichtes verglichen. Es wird detektiert, wie viel des eingestrahnten Lichtes einer bestimmten Wellenlänge durch das zu messende Element absorbiert wurde (in den meisten Fällen ist die AAS eine Einelementtechnik). Mit steigender Konzentration in der Probe steigt die Schwächung des eingestrahnten Lichtes (Extinktion) proportional an.

Zunächst wird die Extinktion von Kalibrierungs-Standards bekannter Konzentrationen aufgenommen, eine Kalibrierkurve erstellt und danach die Extinktion von Proben mit unbekannter Konzentration bestimmt. Dadurch kann (heutzutage per Computersoftware) Die Konzentration errechnet werden.

Ein großer Vorteil der AAS gegenüber anderen spektroskopischen Verfahren ist seine Selektivität. Die als Lichtquellen eingesetzten Lampen emittieren aufgrund der Zusammensetzung ihres Leuchtmittels (Hohlkathodenmaterial, Salz in einer elektrodenlosen Entladungslampe (EDL)) ein elementspezifisches elektromagnetisches Spektrum, das gezielt von dem gleichen, zu untersuchenden Element absorbiert wird. Spektrale Störungen kommen in der AAS nur sehr selten vor.

Ein Nachteil der AAS ist, dass lediglich die Elementkonzentration bestimmt werden kann. Eine Unterscheidung nach Oxidationsstufen oder eine Bestimmung der Konzentration von Anionen oder Komplexen ist nicht möglich.

5.1.3 Infrarotspektroskopie (IR)

Die Infrarotspektroskopie ist ein physikalisches Analyseverfahren, das mit infrarotem Licht (Wellenlänge 800–500.000 nm) arbeitet. Die IR-Spektroskopie wird zur quantitativen Bestimmung von bekannten Substanzen genutzt.

Infrarotstrahlung liegt energetisch im Bereich der Schwingungsniveaus von Molekülbindungen, d. h., die Absorption führt zu einer Schwingungsanregung von gebundenen Atomen. Sie sind in Form von Ausschlägen im gemessenen Spektrum (Diagramm) sichtbar. Da die dazu notwendigen Energien bzw. Frequenzen charakteristisch für die jeweiligen Bindungen sind, können so auch Materialien identifiziert werden.

Da die Energie der Infrarotstrahlung der Schwingungsenergie von Atombindungen entspricht, können mit der Infrarotspektroskopie auch lediglich Moleküle mit Atombindungsanteilen (i.A. organische Moleküle) analysiert werden.

Da Wasser ebenfalls Atombindungen besitzt, ist eine Analyse von Substanzen in wässriger Lösung nahezu ausgeschlossen. Aus diesem Grunde wird die IR-Spektroskopie in der Oberflächentechnik nahezu ausschließlich zur Analyse von organischen Substanzen auf Oberflächen (Lacken; Folien; Ölen) benutzt.

5.1.4 UV-VIS (Ultraviolet- Visible light Spectroscopy)

Die UV/VIS- Spektroskopie ist eine Spektroskopie, die elektromagnetische Wellen des ultravioletten (UV) und des sichtbaren (engl. visible, VIS) Lichts nutzt. Die Methode ist auch unter UV/VIS-Spektralphotometrie bekannt.

Moleküle werden mit Elektromagnetischen Wellen im Bereich des sichtbaren und ultravioletten Lichts bestrahlt. Valenzelektronen von beispielsweise p- und d-Orbitalen der äußeren Schalen werden angeregt. Dadurch wird die Lichtintensität abgeschwächt.

Die Schwächung des Lichtstrahls (die Absorption) wird bestimmt. Diese ist proportional zur Konzentration, so dass anhand der Schwächung des Lichtes anhand einer Eichgeraden die Konzentration bestimmt werden kann.

Die UV-VIS Spektroskopie ist für die Bestimmung von Substanzen geeignet, die im Energiebereich des sichtbaren Lichtes oder des UV- Lichtes absorbieren. Dies sind z.B. die Komplexe vieler Metallionen. Sollten die Metallionen selber mit Wasser keine Absorptionsbanden im UV- VIS Spektrum besitzen so ist es oft möglich, durch Addition von Komplexbildnern eine zur Konzentration proportionale Farbintensität zu erzeugen. Da diese Methode weiterhin zur Analyse wässriger Lösungen bei Raumtemperatur angewandt wird ist sie besonders geeignet, um die Konzentrationen in Elektrolyten zu bestimmen (z.B. zur Bestimmung der Cr(VI)- Konzentration).

5.1.5 X-RAY

Bei der Röntgenfluoreszenzanalyse wird die Technik der Fluoreszenzspektroskopie auf Röntgenstrahlung angewendet. Die Elemente werden dabei durch eine polychromatische Röntgenstrahlung angeregt. Dabei werden kernnahe Elektronen von inneren Schalen des Atoms auf weiter außen gelegene gehoben. Dadurch können Elektronen aus höheren Energieniveaus zurückfallen. Die dabei freiwerdende Energie wird in Form von elementspezifischer Fluoreszenzstrahlung abgegeben. Diese Fluoreszenzstrahlung kann von einem Strahlungsdetektor ausgewertet werden. Die Röntgenfluoreszenzanalyse ermöglicht über die Energie eine Identifizierung und über die Intensität eine Konzentrationsbestimmung aller Elemente ab der Ordnungszahl $Z = 9$ (Fluor) in den unterschiedlichsten Zusammensetzungen. Besonders leistungsfähig ist die Methode zur Online- Analyse von Legierungsbädern.

5.2 Überwachung der Produkte

Auch bei einer vollständigen Überwachung der Betriebsparameter für die einzelnen Verfahren kann auf eine Produktkontrolle nicht vollständig verzichtet werden, da das Zusammenspiel von diversen Aktivlösungen und dem Basismaterial nicht allein anhand der Analysen von Elektrolytparametern berechnet werden kann.

Als Basis sind im Folgenden die wichtigsten Verfahren zur Überprüfung der beschichteten Produkte dargestellt.

5.2.1 Prüfung der Schichtdicke

Grundsätzlich muss das zu prüfende Bauteil die für die jeweilige Beanspruchungsstufe festgelegte Mindestschichtdicke an den als wesentlich benannten Kontrollstellen (Referenzflächen) aufweisen. Abweichungen von den angeführten Mindestwerten sind nur dann zulässig, wenn die Korrosionsbeständigkeit zuverlässig erreicht wird.

Folgende Messverfahren sind zugelassen:

DIN EN ISO 2361	Messung der Schichtdicke - Magnetverfahren
DIN EN ISO 2177	Schichtdickenmessung – Coulometrisches Verfahren durch anodisches Ablösen
DIN EN ISO 2178	Nichtmagnetische Überzüge auf magnetischen Grundmetallen – Messen der Schichtdicke - Magnetverfahren
DIN EN ISO 3497	Schichtdickenmessung – Röntgenfluoreszenz - Verfahren
DIN EN ISO 1463	Schichtdickenmessung – Mikroskopisches Verfahren
DIN EN ISO 3543	Dickenmessung Betarückstreu-Verfahren

5.2.2 Prüfung der Korrosionsbeständigkeit

Die Korrosionsbeständigkeit der zu prüfenden Bauteile ist ein wesentliches Kriterium für die Qualität des galvanisierten Bauteils, da in die Korrosionsbeständigkeit sowohl Fehler des Grundwerkstoffs als auch die Fehler des metallischen Überzuges eingehen. Daher ist die Erfüllung der festgelegten Korrosionsbeständigkeiten unerlässlich.

Als Prüfmethode werden festgelegt:

DIN EN ISO 9227	Korrosionsprüfungen in künstlicher Atmosphäre - Salzsprühnebelprüfungen
DIN EN ISO 6270-2	Bestimmung der Beständigkeit gegen Feuchtigkeit- Teil 2 Verfahren zur Beanspruchung von Proben in Kondenswasserklimaten
DIN EN ISO 6988	Prüfung mit Schwefeldioxid unter allgemeiner Feuchtigkeitskondensation
DIN 50 018	Prüfung im Kondenswasser-Wechselklima mit schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre
DIN 50905, Teil 4	Dauertauchversuch in Aceton, Ameisensäure und Toluol.
DIN EN ISO 4538	Metallische Überzüge Thioacetamid-Korrosionsprüfung (TAA-Versuch)
DIN V 40046 T 37	Prüfung in schwefelwasserstoffhaltiger Atmosphäre
DIN 8237	Goldauflagen für Kleinuhrgehäuse (Abs. 4.3)

5.2.3 Zusätzliche Prüfungen bei Systemen mit metallischen Grundwerkstoffen

Die Prüfung folgender Qualitätskriterien wird festgelegt:

5.2.3.1 Prüfung der Beständigkeit gegen Reibverschleiß nach dem Taber-Abrieb-Prüfverfahren,

Verschleiß ist gemäß DIN 50320 der fortschreitende Materialverlust aus der Oberfläche eines festen Körpers, hervorgerufen durch mechanische Ursachen, d.h. Kontakt und Relativbewegung eines festen, flüssigen oder gasförmigen Gegenkörpers. Diese Beanspruchung wird als tribologische Beanspruchung bezeichnet.

Als Maß für den Verschleiß gilt im Allgemeinen der Abtrag der Oberfläche, der entweder durch Wägung, Bestimmung der Oberflächenfeingestalt oder durch Schichtdickenmessung ermittelt wird. Zur Prüfung einer Oberfläche für die Beanspruchung "Korn- Gleit- Verschleiß" wird heute hauptsächlich das sogenannte Reibradverfahren angewendet. Das international am weitesten verbreitete Gerät ist der "Taber Abraser". Dieses Gerät ist sowohl in den ASTM als auch in verschiedenen DIN - Normen (DIN 53754, 53109, 65182) beschrieben. Ein wesentlicher Nachteil ist jedoch, dass für metallische Schichten ein derartiges Verfahren nicht genormt ist. In der Prüfrichtlinie des FQB wird das Taber- Abraser Verfahren für die Prüfung außenstromloser Nickelschichten und Hartchromschichten vorgeschrieben.

Bei diesem Gerät wird eine plane Probe, die mit der zu prüfenden Schicht beschichtet ist, unter den 2 Reibrädern des Prüfgeräts angebracht. Die Reibrollen sind mit einer genau festgelegten Masse beschwert. Mit konstanter Drehgeschwindigkeit wird die Probe unter den Trägern des Prüfmittels vorbeibewegt. Als Prüfmittel werden gummigebundene Schleifkörper verwendet.

Im Fall der Prüfung von hartverchromten bzw. außenstromlos vernickelten Bauteilen wird eine Paarung mit der Prüfkraft 9,8 N und CS 10 Reibrädern der Fa. Taber eingesetzt. Hiermit ist ein Vergleich zu früheren Untersuchungen und der Literatur möglich.

5.2.3.2 Prüfung der Beständigkeit gegen Reibverschleiß nach dem Bosch-Weinmann-Prüfverfahren,

Die Abriebbeständigkeit ist eine vom Verschleißsystem (z. B. Reibpartner und Zwischenstoff) abhängige Systemeigenschaft. Es ist kein Verfahren bekannt, das alle in der Praxis vorkommenden Varianten des Verschleißes simulieren kann.

Als Prüfmethode für Edelmetallschichten wird die Abriebprüfung mit dem Gerät nach Bosch/Weinmann (Typ 317 der Fa. Erichsen) festgelegt. Es wird also primär der Abrasiv- Verschleiß ermittelt.

Es wird mit harten Abriebkörpern gearbeitet, um mit kurzen Prüfzeiten auszukommen und Einflüsse durch Veränderung des Verschleißmaterials möglichst gering zu halten.

- ✓ Als Abriebmaterial dient Trockenschleifpapier der Körnung F 1000.
- ✓ Breite des Schleifpapierstreifen: 8 mm
- ✓ Durchmesser des Reibrades: 47 mm
- ✓ Prüffläche: 8 mm x 30 mm
- ✓ Auflagekraft: 3,92 N

Als Prüfkörper dienen Probebleche der Abmessung von 50 mm x 50 mm oder 50 x 100 mm und einer Dicke von 0,5 – 1,0 mm +/- 0,1 mm, die unter den gleichen Ferti-

gungsbedingungen hergestellt werden müssen, wie die der Qualitätssicherung unterliegenden Produkte.

Auf jedem Blech sind mindestens 5 Prüfungen durchzuführen, so dass sich eine Gesamtprüffläche von mindestens 12 cm² ergibt.

5.2.3.3 Prüfung der Härte nach Vickers gemäß DIN EN ISO 4516

Die Prüfung besteht darin, dass ein pyramidaler Eindringkörper in die Schicht eingedrückt und nach Rücknahme der Prüfkraft mit einem Mikroskop die Diagonale des auf der Prüffläche erzeugten Eindrucks gemessen wird. Der Eindringkörper wird so eingedrückt, dass der erzeugte Eindruck weder durch die Einrichtung noch das Verfahren zur Kraftaufbringung beeinflusst wird, aber für die Schicht charakteristisch ist. Aus der Messung wird unter Verwendung der vorgegebenen Symbole und Bezeichnungen eine Zahl abgeleitet, die Vickers- Härte genannt wird. Die Härte der Schicht wird unter Berücksichtigung der Vorgaben zu Mindestschichtdicke im Querschliff oder senkrecht zur Schicht gemessen. Die Eindringkraft beträgt für Schichten mit einer zu erwartenden Härte von >300 HV 0,981 N.

5.2.3.4 Analytische Untersuchung des Phosphorgehaltes bei außenstromlos abgeschiedenen Nickelschichten.

Da die Eigenschaften der außenstromlos abgeschiedenen Nickelschicht stark von der Phosphoreinbaurrate abhängt muss in regelmäßigen Abständen der Phosphorgehalt der Schicht analytisch überwacht werden. Verfahren hierzu sind im Anhang D der DIN EN ISO 4527 dargestellt. Es handelt sich hier um das Verfahren mittels induktiv gekoppeltem Plasma (ICP) und andererseits um das molekularabsorptionsspektrometrische Verfahren (Molybdat-Vanadat-Methode bei einer Wellenlänge von 420 nm). Bei beiden Verfahren muss mittels geeigneter Methoden der Schichtwerkstoff abgelöst, aufgelöst und dann untersucht werden.

5.2.3.5 Analytische Untersuchung des Legierungsanteils bei Zinklegierungsschichten

Da die Eigenschaften der Zinklegierungsschichten stark von der Einbaurrate der Legierungsbestandteile abhängen ist es notwendig diesen regelmäßig analytisch zu überprüfen. Hierzu geeignete Verfahren werden in DIN 50962 beschrieben. Es handelt sich hierbei um das Verfahren mittels Atomabsorptionsspektroskopie. Der Eisen- gehalt einer Schicht ist nur bei eisenfreiem Untergrund bestimmbar. Für Nickelhaltige Legierungen ist auch das Röntgenfluoreszenz-Verfahren geeignet.

5.2.3.6 Prüfung der Lötbarkeit

Die Lötbarkeit ist definiert in DIN 8514 Teil 1. Sie ist vorhanden, wenn u.a. die Löteignung der zu verbindenden Werkstoffe gegeben ist. Es ist Aufgabe des Galvaniseurs, die Löteignung der Überzüge sicherzustellen. Zur Prüfung der Löteignung der Überzüge stehen mehrere Verfahren zur Verfügung, die zum Teil genormt sind, zum

Teil auf Firmenspezifikationen beruhen. Häufig handelt es sich um Benetzungsprüfungen (DIN 32 506 Teil 1). Im Einzelnen können genannt werden:

- Prüfung von Weichlötverbindungen (Scherversuch, Zeitstandversuch) DIN 8526,
- Benetzungskraftmessung DIN 32506 Teil 4,
- Mess- und Prüfverfahren für elektrisch-mechanische Bauelemente DIN 41 640 Teil 70,
- Lötugelprüfung DIN IEC 68 Teil 2-20,
- Lötbadmethode DIN IEC 68 Teil 2-20.
- Hubtauchprüfung (entsprechend DIN 32506 Teil 2)

Bei galvanisierten Produkten, deren Lötbarkeit gefordert ist, muss das Verfahren zur Prüfung der Löteignung zwischen Besteller und Galvaniseur festgelegt werden. In jedem Fall müssen diese Produkte im frisch galvanisierten Zustand die Anforderungen der Hubtauchprüfung erfüllen.

5.2.3.7 Prüfung der Oberflächenrauheit

Die Prüfung der Oberflächenrauheit erfolgt gemäß ISO 458 mittels Tastschnittgerät.

5.2.3.8 Bestimmungen der Cr(VI)- Freiheit

Die Bestimmung der Chromat-Freiheit von Passivierungsprozessen bzw. der eingesetzten Stoffe und der Passivierungsschichten (Konversionsschichten) für chromatfreie Beschichtung erfolgt gemäß DIN EN 15205 „Bestimmung von sechswertigem Chrom in Korrosionsschutzschichten –Qualitative Bestimmung“.

Ferner zählen zu den Kriterien für chromatfreie Beschichtungen eine dokumentierte Prozessführung der Passivierungslösungen hinsichtlich folgender Parameter:

- ✓ Konzentration,
- ✓ pH-Wert:
- ✓ Verunreinigung an Zink, Eisen
- ✓ Temperatur
- ✓ Art der Bewegung bzw. Durchflutung,
- ✓ Chromatgehalt der letzten Spülstufe
- ✓ Trocknungstemperatur

In einer internen Verfahrensanweisung sind die Arbeits- bzw. Konzentrationsbereiche, die nachweislich die Prozessfähigkeit gewährleisten, vorzugeben.

- ✓ Dokumentation von Prozessfolge, Prozessbehandlungszeiten,
- ✓ Prozesstemperaturen,
- ✓ Dokumentation der ermittelten Prüfmerkmale (Ergebnisprotokoll)
- ✓ Prozessverantwortlicher.

5.2.4 Prüfung weiterer Qualitätsmerkmale bei Metallen als Grundwerkstoff

Die Festlegung von Werten der Haftfähigkeit, Härte, Duktilität, Porosität, spezifischen elektrischen Leitfähigkeit, des Kontaktdurchgangswiderstandes vor und nach der Korrosionsbeanspruchung und der Rauheit bleibt der Übereinkunft zwischen Besteller und Galvaniseur überlassen.

Die Messung der Eigenschaften sowie die Festlegung einer speziellen Prüfmethode sollte nach genormten Prüfverfahren erfolgen, z.B.:

- Haftung ISO 4522/2 und 4524/5,
- Duktilität ISO 8401,
- Porosität Elektrolytische Methode entsprechend ISO 4524/3,
- Porenprüfmethoden entsprechend DIN EN ISO 10309
- Spezifischer elektrischer Widerstand DIN IEC 468,
- Durchgangswiderstand an Kontaktstellen DIN 41640 Teil 4,
- Oberflächenrauheit ISO 458 (Begriffe), DIN 4768 Teil 1.

5.2.5 Zusätzliche Prüfungen bei Kunststoffen als Grundwerkstoff

Mehr als bei metallischen Grundwerkstoffen ist eine Eingangsprüfung zur Erkennung z. B. von Eigenspannungen in gespritzten Kunststoffprodukten (vor dem Galvanisieren) erforderlich.

5.2.5.1 Prüfung auf innere Spannungen im Grundwerkstoff

Folgende Verfahren sind möglich:

Eisessigttest

30 s Tauchen in konzentrierter Essigsäure (Eisessig) von Raumtemperatur und anschließend sofortiges Spülen unter fließendem Leitungswasser.

TNP-Test

3 min Tauchen in einer Lösung aus 75 Volumenanteilen n-Propanol + 25 Volumenanteilen Toluol bei Raumtemp. und anschließend sofort mit Luft abblasen.

Bei Vorliegen unzulässiger innerer Spannungen sind zu erkennen: Weißfärbung, Mattierung oder Haarrisse.

5.2.5.2 Porenprüfung

Eine Porenprüfung wird an den fertigbeschichteten Bauteilen durch Tauchen in

Aceton / 30 °C für 168 h

10 % ige Ameisensäure 60 °C für 168 h

Toluol 40 °C für 168 h

durchgeführt. Nach dieser Prüfung dürfen keine Veränderungen des Prüflings (z.B. Abplatzen des Überzugs, Blasenbildung) erkennbar sein.

5.2.5.3 Porenprüfung mit dem „Fuhrmann- Test“

Alternativ kann der sogenannte „Fuhrmann- Test“ durchgeführt werden. Bei diesem Test werden an den Poren in der Chromschicht Kupfer abgeschieden wodurch diese sichtbar gemacht werden. Danach kann die Flächenbezogene Anzahl der Poren in der Chromschicht unter dem Mikroskop ausgezählt werden.

5.2.5.4 Prüfung auf Haftfestigkeit

Die Haftfestigkeit wird im Wesentlichen von Zusammensetzung, Struktur und Rauheit der Grundwerkstoffoberfläche bestimmt.

Da eine metallische Bindung aus physikalischen Gründen nicht möglich ist, liegt sie auch bei optimaler Vorbehandlung in der Regel niedriger als bei metallischem Grundwerkstoff. Daher kommt einer praxisnahen Prüfung (Simulation der Betriebsbeanspruchung) besonderer Bedeutung zu. Brauchbare Werte liefern die in DIN 53100 „Galvanische Nickel-Chrom- und Kupfer-Nickel-Chrom-Überzüge auf Kunststoffen“ aufgeführten Verfahren.

Einen Überblick über die Methoden der Haftfestigkeitsprüfung gibt DIN EN ISO 2819.

Die Bestimmungen zur Prüfung der z. B. Formbeständigkeit in der Wärme bleiben der Übereinkunft zwischen Galvaniseur und Besteller überlassen.

6 Prüfbestimmungen der Prozesse und der Produkte in Abhängigkeit vom Schichtsystem

Diese Prüfbestimmungen gelten jeweils für bestimmte Verfahren und Prozesse, wie z.B. Verzinken, Vernickeln, Verchromen, Vergolden, Versilbern und innerhalb dieser Verfahrensgruppen wieder für bestimmte Beanspruchungsstufen. Diese Einteilung ist notwendig wegen der Vielzahl der galvanischen Verfahren einerseits und der späteren Anwendung des Produktes andererseits, die zu unterschiedlichsten Anforderungen an das Schichtsystem führt. Hinzu kommt eine Unterteilung wegen der Verwendung metallischer und organischer Grundwerkstoffe.

6.1 Galvanische Verzinkung einschl. Zinklegierungen mit Konversionsschichten ohne/mit Versiegelung

Tabelle 6.1 a: Beanspruchungsstufen für galvanische Zink- und Zinklegierungsüberzüge mit und ohne Passivierung und/oder Versiegelung.

Beanspruchungsstufe	Art der Beanspruchung / Beispiele
1	Dekorative Anwendung (ohne Beanspruchung) Möbelbeschläge (ohne Badezimmereinrichtungen und Küchen) (einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente außer Gewinde)
2	Innenraumbeanspruchung in warmer, trockener Atmosphäre Sport- und Freizeitgeräte; Zeltgestänge; Schaukeln; Gleitschuhe; Kofferbeschläge; Markisen; Elektroinstallationen (einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente außer Gewinde)
3	Fahrrad Bauteile; Rasenmäher; Skibeslagteile; Fensterbeschläge; Landmaschinen-Bauteile; (einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente außer Gewinde)
4	Motorradbauteile; serienmäßige PKW- und LKW Außenteile; Wehrtechnik; Schiffsbau-Industrie; Bauwesen; Elektrotechnik (Außenbewitterung) (einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente außer Gewinde)
5	Höchstbeanspruchte Teile aus der Kfz-, Schiffbau- und Luftfahrt-technik

Den Beanspruchungsstufen werden folgende Auflagen zugeordnet:

6.1.b Galvanische Verzinkung mit Konversionsschicht, / ohne Versiegelung

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke (μm)
1	5
2	8
3	12
4	25

6.1.c Galvanische Verzinkung mit Konversionsschicht / mit Versiegelung

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke (μm)
5	25

6.1.d Galvanische Zink- Nickel Legierungsüberzüge mit Konversionsschicht, / ohne Versiegelung

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke (μm)
2	5
3	8
4	12

6.1.e Galvanische Zink- Nickel Legierungsüberzüge mit Konversionsschicht / mit Versiegelung

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke (μm)
5	12

6.1.f Galvanische Zink-Eisen-Kobalt Legierungsüberzüge mit Konversionsschicht, / ohne Versiegelung (Fe/ZnFe(0,5); Fe/ZnCo(1); Fe/ZnCo(1)Fe(0,5))

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke (μm)
2	5
3	8
4	12

6.1.g Galvanische Zink-Eisen-Kobalt Legierungsüberzüge mit Konversionsschicht, / ohne Versiegelung (Fe/ZnFe(0,5); Fe/ZnCo(1); Fe/ZnCo(1)Fe(0,5))

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke (μm)
5	12

6.1.1 Geforderte Beständigkeiten für Zink- und Zinklegierungsschichten

Tabelle 6.1.1.a: Galvanische Verzinkung mit Konversionsschicht, ohne/mit Versiegelung

Art der Oberflächenschutzschicht	Ausführungsart	Verfahrensart	Mindestprüfdauer (h)			
			DIN EN ISO 9227 NSS			
			Ohne Überzugskorrosion	Ohne Grundwerkstoffkorrosion in Abhängigkeit von der Mindestschichtdicke		
5 µm	8 µm	12 µm				
Gal. Zinküberzug, transparent / blauchromatiert	Zn//A//T0	Trommel	48	72	96	120
		Gestell	48	72	96	120
Gal. Zinküberzug, transparent / blauchromatiert und versiegelt	Zn//A//T2	Trommel	72			(240)
		Gestell	72			(240)
Gal. Zinküberzug, gelbchromatiert	Zn//C//T0	Trommel	96	120	168	264 (384)
		Gestell	96	120	168	284 (384)
Gal. Zinküberzug, gelbchromatiert, versiegelt	Zn//C//T2	Trommel	192			(528)
		Gestell	192			(528)
Galv. Zinküberzug, schwarzchromatiert	Zn//F//T0	Trommel	48	72	96	120
		Gestell	48	72	96	120
Gal. Zinküberzug, schwarzchromatiert, versiegelt	Zn//F//T2	Trommel	72			(240)
		Gestell	72			(240)
Gal. Zinküberzug, transparent passiviert	Zn//An//T0	Trommel	8	48	72	96
		Gestell	16	72	96	120
Gal. Zinküberzug, irisierend passiviert	Zn//Cn//T0	Trommel	72	144	216	288
		Gestell	120	192	264	336
Gal. Zinküberzug, irisierend passiviert, versiegelt	Zn//Cn//T2	Trommel	120	192	264	360
		Gestell	168	264	360	480

Tabelle 6.1.1.b: Zink-Eisen-Legierungsüberzug mit Konversionsschicht, ohne/ mit Versiegelung

Art der Oberflächen- schicht	Ausführungsart	Verfahrensart	Mindestprüfdauer (h) DIN EN ISO 9227 NSS			
			Ohne Über- zugskorrosion	Ohne Grundwerkstoffkorrosi- on in Abhängigkeit von der Mindestschichtdicke		
				5 µm	8 µm	12 µm
Gal. ZinkEisen- legierungsüberzug, irisie- rend passiviert	ZnFe//Cn//T0	Trommel	96	168	240	312
		Gestell	168	240	312	384
Gal. ZinkEisen- legierungsüberzug, irisie- rend passiviert, versiegelt	ZnFe//Cn//T2	Trommel	144	216	288	384
		Gestell	216	312	408	528
Gal. ZinkEisen- legierungsüberzug, schwarz passiviert, ver- siegelt	ZnFe//Fn//T2	Trommel	120	192	264	360
		Gestell	168	264	360	480

Tabelle 6.1.1.c: Zink-Nickel-Legierungsüberzug mit Konversionsschicht, ohne/ mit Versiegelung

Art der Oberflächen- schuttschicht	Ausführungsart	Verfahrensart	Mindestprüfdauer (h)			
			DIN EN ISO 9227 NSS			
			Ohne Über- zugskorro- sion	Ohne Grundwerkstoffkorrosi- on in Abhängigkeit von der Mindestschichtdicke		
5 µm	8 µm	12 µm				
Gal. ZinkNickel- legierungsüberzug, irisie- rend passiviert	ZnNi//Cn//T0	Trommel	120	480	720	720
		Gestell	192	600	720	720
Gal. ZinkNickel- legierungsüberzug, irisie- rend passiviert, versiegelt	ZnNi//Cn//T2	Trommel	168	600	720	720
		Gestell	360	720	720	720
Gal. ZinkNickel- legierungsüberzug, schwarz passiviert	ZnNi//Fn//T0	Trommel	48	480	720	720
		Gestell	72	600	720	720
Gal. ZinkNickel- legierungsüberzug, schwarz passiviert, ver- siegelt	ZnNi//Fn//T2	Trommel	168	480	720	720
		Gestell	240	600	720	720

Hinweise zu den Tabellen 6.1.1.a bis 6.1.1.c:

Die Zink bzw. Zink-Legierungsüberzüge werden üblicherweise in Dickenbereichen von 5 bis 12 µm auf metallischen Trägerwerkstoffen abgeschieden. In den Tabellen 6.1.b bis 6.1.g wurden den einzelnen Beanspruchungsstufen Schichtdickenwerte zugeordnet. Diese sind in der Regel zur Erfüllung der Forderungen der Korrosionsbeständigkeit notwendig. Die Schichtdicke wird jedoch nur dann zu einem Qualitätskriterium der Schicht, wenn sie auf Grund der zu erfüllenden funktionellen Eigenschaft (z.B. aus maßlichen Gründen / Kundenforderung) zwingend vorgeschrieben ist.

Unter Konversionsschichten sind alle in DIN EN 1403 Anhang A2 bzw. Tabelle 2 Abschnitt 3.2.2 dieser Prüfrichtlinie aufgeführten Umwandlungsbezüge (chromathaltig oder chromatfrei) zu verstehen.

Unter Versiegelungen sind alle nach DIN EN 1403 einzuordnenden zusätzlichen Behandlungen der Art T2 (Anwendung von anorganischen oder organischen Versiegelungsmitteln) zu verstehen.

Da die Korrosionsbeständigkeit von Gestellteilen üblicherweise größer als die von Bauteilen die in Trommeln beschichtet werden, ist, wurden in den Tabellen auch unterschiedliche Anforderungen gestellt.

Die in den Tabellen angegebenen Beständigkeitswerte gelten außerdem für Schichten ohne thermische Nachbehandlung. Wärmebehandelte Bauteile weisen i.d.R. niedrigere Beständigkeitswerte auf. Für Zinklegierungsschichten sollen derartige Unterscheidungen nicht gemacht werden.

Als wesentliches Kriterium gilt der Gehalt an Legierungsbestandteilen. Diese sind (unter Anwendung geeigneter Analysemethoden siehe Abschnitt 5.2.3.5) in für die einzelnen Verfahren charakteristischen Produktionszeiträumen zu ermitteln.

Zur Eingrenzung des Prüfaufwandes sind die Anforderungen auf 720 h begrenzt.

6.1.2 Analyshäufigkeit und –methoden zur Sicherstellung der Verfahrenssicherheit

6.1.2.a Alkalisch Zink - Gestellware

#	Parameter	Sollwert		Analysen-Intervall	Methode
		Min	Max		
1	Zn	8,0 [g/l]	11,0 [g/l]	täglich	wenn online
				1 x / Schicht	wenn offline
2	Alkalität	120 [g/l]	160 [g/l]	täglich	wenn online
				1 x / Schicht	wenn offline
3	Carbonat		70 [g/l]	1 x / Monat	Labor / extern
4	Badorganik	1,5	2,5	täglich	Hullzelle Ermittlung des Faktors "hoher zu niederem Stromdichtebereich"
5	Temperatur	25 °C	35 °C	1 x / Schicht	Online
6	Fremdmetalle	entfällt		1 x / Monat	Labor
7	Strom/Spannung	int. Vorgabe	int. Vorgabe	1 x / Charge bzw. 4 x / Schicht	Online
8	Lösebehälter	int. Vorgabe	int. Vorgabe	Individuell zu regeln	

6.1.2.b Alkalisch Zink für Trommelanlagen

#	Parameter	Sollwert		Analysenintervall	methode
		Min	Max		
1	Zn	10,0 [g/l]	12,0 [g/l]	täglich	wenn online
				1 x / Schicht	wenn offline
2	Alkalität	120 [g/l]	130 [g/l]	täglich	wenn online
				1 x / Schicht	wenn offline
3	Carbonat		70 [g/l]	1 x / Monat	Labor / extern
4	Badorganik	1,5	2,5	täglich	Hullzelle Ermittlung des Faktors "hoher zu niederem Stromdichtebereich"
5	Temperatur	25 °C	35 °C	1 x / Schicht	Online
6	Fremdmetalle	entfällt		1 x / Monat	Labor
7	Strom/Spannung	int. Vorgabe	int. Vorgabe	1 x / Charge bzw. 4 x / Schicht	Online
8	Lösebehälter	int. Vorgabe	int. Vorgabe	Individuell zu regeln	

6.1.2.c Sauer Zink Gestell

#	Parameter	Sollwert		Analysenintervall	methode
		Min	Max		
1	Zn	25 [g/l]	35 [g/l]	2 x / Woche	Labor
2	Cl	120 [g/l]	135 [g/l]	2 x / Woche	Labor
3	Borsäure	25 [g/l]	30 [g/l]	2 x / Woche	Labor
4	pH-Wert	5,1 [g/l]	5,7 [g/l]	1 x / Schicht	Online
5	Fremdmetalle		100 ppm (Fe)	1 x / Woche	Labor
6	Badorganik	Gem. Vorgabe Fachfirma		1 x / Monat	Extern
7	Hullzelle	???	???	täglich	Intern
8	Temperatur	25 °C	40 °C	1 x / Schicht	Online
10	Strom/Spannung	int. Vorgabe	int. Vorgabe	1 x / Charge bzw. 4 x / Schicht	Online

6.1.2.d Sauer Zink - Trommel

#	Parameter	Sollwert		Analysenintervall	methode
		Min	Max		
1	Zn	28 [g/l]	34 [g/l]	täglich	Labor
2	Cl	145 [g/l]	155 [g/l]	täglich	Labor
3	Borsäure	30 [g/l]	34 [g/l]	täglich	Labor
4	pH-Wert	5,1 [g/l]	5,7 [g/l]	1 x / Schicht	Online
5	Fremdmetalle		80 ppm (Fe)	1 x / Woche	Labor
6	Badorganik	Gem. Vorgabe Fachfirma		1 x / Monat	Extern
7	Hullzelle	???	???	täglich	Intern
8	Temperatur	35 C	60 C	1 x / Schicht	Online
10	Strom/Spannung	int. Vorgabe	int. Vorgabe	1 x / Charge bzw. 4 x / Schicht	Online

6.2 Vernickelung mit/ohne Unterkupferung, mit Verchromung Metallische Grundwerkstoffe und Kunststoffe

Tabelle 6.1.a: Beanspruchungsstufen für galvanische Vernickelung mit/ohne Unterkupferung, mit Verchromung Metallische Grundwerkstoffe und Kunststoffe

Beanspruchungsstufe	Art der Beanspruchung / Beispiele
0	Ohne Beanspruchung Verdeckte Möbelbeschläge, nicht dekorative Schrauben; nicht dekorative Verbindungselemente (außer Gewinde)
1	Anwendung in trockenen Innenräumen Teile der Radio- und Fernsehindustrie Sichtbare, dekorative Möbelbeschläge, Stahlmöbel in klimatisierten Räumen; Bauteile elektrischer Geräte einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente (außer Gewinde)
2	Feuchte Innenraumbeanspruchung Haushaltsgeräte; Möbel Sport- und Freizeitgeräte; Schlittschuhe; Trimmräder; Gleitschuhe; Küchengeräte; Badezimmersausrüstung einschließlich dekorativer Bauteile; Kofferbeschläge; Installationsmaterial; Bauteile elektr. Geräte mit feuchter Atmosphäre einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente (außer Gewinde);
3	Normale Außen- bzw. starke Innenbeanspruchung Sanitärteile Fahrradbauteile (Lenker, Gepäckträger, etc.); Rassenmäher; Ski-beschlagteile; Kfz- Zubehörteile (Dachgepäckträger, Außenspiegel; Landmaschinen-Bauteile; Baumaschinen-Bauteile; Bauteile elektrischer Anlagen mit Außenbeanspruchung einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente (außer Gewinde);
4	Starke Außenbeanspruchung Kfz-Teile Motorrad Bauteile; serienmäßige Pkw- und Lkw- Außenteile; Wehrtechnik; Schiffbau- Industrie; Bauteile der Elektrotechnik mit Außenbeanspruchung in Meeresatmosphäre einschließlich dazugehöriger Verbindungselemente (außer Gewinde)

6.2.1 Geforderte Beständigkeiten für Galvanische Vernickelung mit/ohne Unterkupferung mit Verchromung Metallische Grundwerkstoffe

Es gelten grundsätzlich alle in DIN EN12540 festgelegten Variationsmöglichkeiten einschließlich der teilweisen Substitution von Nickel durch Kupfer

Tabelle 6.2.1.a Geforderte Beständigkeiten metallischer Grundwerkstoffe und Kunststoff als Grundwerkstoff

Beanspruchungsstufe	Gesamtschichtdicke des Überzugssystems	Mindestprüfdauer (h) ohne Veränderung des Grundwerkstoffes (Bewertungszahl 10)			
		DIN EN ISO 6270-T2 /AHT	DIN EN ISO 9227 NSS	DIN EN ISO 9227 CASS	DIN EN ISO 9227 AASS
0	5 µm Nickel bzw. Nickel + Chrom ¹⁾ (5+10 /10)	48	16	---	8
1	10 µm Nickel bzw. Nickel + Chrom ¹⁾ (15+15 /20)	120	48	8	48
2	20 µm Nickel bzw. Nickel + Chrom ¹⁾ (15+30 /35)	192	72	16	96
3	30 µm Nickel bzw. Nickel + Chrom ¹⁾ (20+35 /40)	288	96	24	144
4	50 µm Nickel bzw. Nickel + Chrom ²⁾ (25+35 /45)	3)	144	64	----

1) mindestens 0,3 µm Chrom

2) mindestens 0,8 µm mikrorissiges oder mikroporiges Chrom

3) für diese Beanspruchungsstufe nicht sinnvoll (Prüfverfahren zu schwach)

Tabelle 6.2.1.b Galvanische Vernickelung mit/ohne Unterkupferung mit Verchromung
Kunststoffe als Grundwerkstoffe

(z. B. ABS, PA, PP, PS und ggfl. Mischungen, andere Kunststoffe auf Absprache)

Beanspruchungsstufe	Schichtdicke ¹⁾ (µm)	Haffestigkeit DIN 53100 ²⁾ , je 3 Zyklen Angaben in °C	Mindestprüfdauer(h) ohne Freilegen des Grundwerkstoffes (Bewertungszahl 10) ³⁾	
			DIN EN ISO 9227 NSS	DIN EN ISO 9227 CASS
1	15Cu+5 Ni +0,3 Cr mc	+ 60 /- 20	24	----
2	15 Cu +10 Ni +0,3 Cr mc	+ 70 /- 25	48	48
3	20 Cu +15 Ni +0,3 Cr mc	+ 70 /- 30	96	96
4	25 Cu +15 Ni +0,5 Cr mc	+ 80 /- 40	120	96

Anmerkung:

Die Bauteile müssen vor den Prüfungen mindestens 24 Stunden bei Raumtemperatur (18-28 °C) lagern.

- 1) Es handelt sich hierbei um Werte, die in der Regel zur Erfüllung der übrigen Anforderungen notwendig sind
- 2) 16 -24 h Lagerung in Wärmeschrank, 30 min. Zwischenlagerung bei Raumtemperatur (18-28 °C), 4 h Lagerung in Kühltruhe.
- 3) Eine Porenprüfung der beschichteten Teile wird wie in Abschnitt 3.5.2 beschrieben durchgeführt, Die Versuche können auch mit in gleicher Weise beschichteten Probe durchgeführt werden.

6.2.2 Überwachung der Elektrolyte und Aktivlösungen für die galvanische Vernickelung mit / ohne Unterkupferung metallsicher Grundwerkstoffe und Kunststoffe

Tabelle 6.2.2.1 Basisprozess Glanznickelelektrolyt

#	Parameter	Sollwerte		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Nickel	55 g/l	75	Wöchentlich	Titrimetrisch; labor
2	Chlorid	15 g/l	20	Wöchentlich	Titrimetrisch
3	Borsäure	40 g/l	55	Wöchentlich	Titrimetrisch
4	pH	3,8	4,6	2 x pro Schicht	pH-Elektrode
5	Saccharin (die Angaben beziehen sich auf den Wirkstoff)	4 g/l	5	14tägig	UV
6	Butindiol (die Angaben beziehen sich auf die zugesetzte Lösung)	2 ml/l	6	1 x / Monat	Ext. Lieferant
7	Temperatur	50	60	Online	Messung an der Anlage
8	Mittlere Stromdichte	2	8	Pro Gestell	Online; Anlagensteuerung
10	Hullzelle	Abhängig vom überprüften Parameter		täglich	Labor
11.	Oberflächenspannung			Bei Bedarf	Ext. Lieferant
12	Potential			Bei Bedarf	STEP- Test
13	Innere Spannungen	180 mV		Bei Bedarf	
14	Dichte	1,23 g/l		Bei Bedarf	

Tabelle 6.2.2.2 Analysenparameter für Halbglanzelektrolyte

#	Parameter	Sollwerte		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Nickel	55 g/l	75	Wöchentlich	Titrimetrisch; labor
2	Chlorid	15 g/l	20	Wöchentlich	Titrimetrisch
3	Borsäure	40 g/l	55	Wöchentlich	Titrimetrisch
4	pH	3	4,6	2 x pro Schicht	pH-Elektrode
5	Saccharin (die Angaben beziehen sich auf den Wirkstoff)	4 g/l	5	14tägig	UV
7	Temperatur	50	60	Online	Messung an der Anlage
8	Mittlere Stromdichte	2 a/dm ²	8	Pro Gestell	Online; Anlagensteuerung
10	Hullzelle	Abhängig vom überprüften Parameter		täglich	Labor
11.	Oberflächenspannung			Bei Bedarf	Ext. Lieferant
12	Potential			Bei Bedarf	STEP- Test
13	Innere Spannungen			Bei Bedarf	
14	Dichte	1,23 g/l		Bei Bedarf	

Tabelle 6.2.2.3 Analysenparameter Velournickelelektrolyt

#	Parameter	Sollwerte		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Nickel	100 g/l	115	Wöchentlich	Titrimetrisch; labor
2	Chlorid	10 g/l	20	Wöchentlich	Titrimetrisch
3	Borsäure	45 g/l	50	Wöchentlich	Titrimetrisch
4	pH	4,0	4,4	2 x pro Schicht	pH-Elektrode
5	Saccharin (Die Angaben beziehen sich auf den reinen Wirkstoff)	4 g/l	5	14tägig	UV
6	Temperatur	52	55	Online	Messung an der Anlage
7	Mittlere Stromdichte	2,5 A/dm ²	4,5 A/dm ²	Pro Gestell	Online; Anlagensteuerung
8	Hullzelle	Abhängig vom überprüften Parameter		täglich	Labor
9	Potential			Bei Bedarf	STEP- Test
10	Dichte	33 Be		Bei Bedarf	
11	Saccharin	3,5 – 4,5	4,5	Monatlich	UV-VIS / Extern
12	Zusatz „B“	7	10	Monatlich	Extern

Tabelle 6.2.2.4 Analysenparameter für „Sauerkupfer“- Elektrolyte

#	Parameter	Sollwerte		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Cu	50g/l	65	Wöchentlich	Titrimetrisch
2	Schwefelsäure	50g/l	70	Nach Durchsatz Wöchentlich – Monatlich	Titrimetrisch
3	Chlorid	80mg/l	150	Monatlich	Extern
4	Einebner	0,1ml/l	0,4	Monatlich	Extern
5	Feinkornzusatz	0,1ml/l	0,4	Monatlich	Extern
6	Netzmittel	0,1ml/l	0,4	Monatlich	Extern
7	Temperatur	25	36	Online	2 x / Schicht
8	Stromdichte	2	6 a/dm ²	Online	Pro Gestell
9	Dichte	24 Be (1,17 g/ml)		Bei Bedarf	

Tabelle 6.2.2.5 Analysenparameter für Cyanidisch Kupfer- Elektrolyte

#	Parameter	Sollwerte		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Cu	55g/l	65	Wöchentlich	Titrimetrisch
2	Freies Kalium- cyanid	20g/l	30	Wöchentlich	Titrimetrisch
3	KOH	Abhängig vom Basismaterial		Wöchentlich	Titrimetrisch
4	Kaliumcarbonat	0	80 g/l	Monatlich	Extern
5	Feinkornzusatz	0,1ml/l	0,4	Monatlich	Extern
6	Netzmittel	1 ml/l	3	Monatlich	Extern
7	Temperatur	45	65	Online	2 x / Schicht
8	Stromdichte	0,8	1,5 a/dm ²	Online	Pro Gestell
10	Dichte	19 Be (1,15 g/ml)		Bei Bedarf	

Tabelle 6.2.2.6 Analysenparameter für Chromelektrolyte für dekorative Anwendungen

#	Parameter	Sollwert		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Chromsäure	175 [g/l]	300 [g/l]	1 x / Monat	Labor
2	Sulfat	1,1 [% von Cr-Säure]	1,3 [% von Cr-Säure]	1 x / Monat	Labor / Zentrifuge
3	Chrom(III)	3 [g/l]	5 [g/l]	1 x / Monat	Extern
4	SiF ₆	0,6 [g/l]	1,5 [g/l]	1 x / Monat	Extern
5	Dichte	25 [° Bé]		Bei Bedarf	Labor
6	Stromdichte	5 A/dm ²	60 A/dm ²	Pro Gestell	Online
7	Temperatur	36 °C	42 °C	2 x / Schicht	Online
8	Borsäure	0,0 [mg/l]	30,0 [mg/l]	1 x / Monat	Extern
9	Oberflächenspannung		35	Bei Bedarf	Extern

6.3 Abscheidung von Chromüberzügen für technische Zwecke (Hartverchromung)

Die Hartverchromungsverfahren unterteilen sich in die folgenden Verfahren:

- ✓ Standardverchromung in schwefelsauren Elektrolyten,
- ✓ Verchromung in mischsauren Elektrolyten,
- ✓ Mehrschichtverchromung in anderen geeigneten Elektrolyten,
- ✓ Mehrschichtverchromung (mikrorissig, mikroporös, rissfrei)
- ✓ Verchromung mittels Pulse-Plating.

Chromüberzüge werden in Dickenbereichen von 10 µm bis zu mehreren mm auf metallischen Trägerwerkstoffen abgeschieden, ohne und mit Zwischenschichten aus Nickel, Kupfer, oder Nickellegierungsüberzügen in Dickenbereichen von i.d.R. 10 µm bis 100 µm.

Die charakteristischen Eigenschaften der Chromüberzüge sind:

Kleinlathärte, gemessen im metallographischen Schliff (wenn nicht möglich, dann an der Oberfläche) etwa 600 HV 0,1 bis über 1100 HV 0,1

Bruchdehnung 0,01 % bis 0,3 % (von Bedeutung im Hinblick auf die Gefahr des Aufreißens des Überzugs bei höherer elastischer Verformung des galvanisierten Bauteils mit Kerbwirkung und Absenkung z.B. der Dauerfestigkeit des Teils als Folge),

verfahrenstypisches Rissnetzwerk (100 Risse/ cm bis 800 Risse/ cm oder rissfreie oder poröse Schichtausbildung)

Tabelle 6.3.a) Beispiele für Beanspruchungsstufen für Korrosion und Verschleiß:

Beanspruchungsstufe Korrosion / Verschleiß	Art der Beanspruchung / Beispiele
1/1	Niedrig belastete Lager
2/2	Papierleitwalzen
2/2	Haushaltsmaschinen
1/2	Büromaschinen
3/3	Fahrzeughydraulik
3/2	Ventile
3/1	Automobilstoßdämpfer
2/3	Kolbenringe
1/3	Kolben in der Ölhydraulik
4/4	Hydraulik im GrubenausgaurM _Dreuckzylkinder
4/3	Formenbau; Schmitzringe
4/2	Farbauftragswalzen
4/1	Chemieapparate
3/4	Hydraulik im Maschinenbau
2/4	Zylinderlaufbuchsen
1/4	Fadenführer, Werkzeuge

6.3.1 Geforderte Beständigkeiten, Härten und Rauheiten von Hartchromschichten

Tabelle 6.3.1.a

Beanspruchungsstufe Korrosion/ Verschleiß	Korrosionsbeständigkeit des Grundwerkstoffes ¹⁾		Abrieb des Überzuges (mg) ²⁾	Härte HV0,1	Rauheit R _a (µm)
	DIN 50018- AHT 2,0 S (Zyklen)	DIN EN ISO 9227- AASS (h)			
1/1	1	48	16	600	³⁾
2/2	3	72	12	600	je < 0,3
2/1	3	72	16	600	
1/2	1	48	12	600	
3/3	5	120	8	800	je < 0,2
3/2	5	120	12	600	
3/1	5	120	16	600	
2/3	3	72	8	600	
1/3	1	48	8	800	
4/4	7	240	5	800	
4/3	7	240	8	800	³⁾
4/2	7	240	12	800	< 0,2
4/1	7	240	16	600	< 0,3
3/4	5	120	5	800	< 0,2
2/4	3	72	5	800	³⁾
1/4	1	48	5	800	³⁾

Anmerkung:

Statt der Bauteile selbst dürfen mit der Zustimmung des Fachverbands qualifizierter Beschichter (FQB) auch gleichwertige Musterteile geprüft werden.

¹⁾ Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die wesentliche Fläche keine Korrosionsprodukte des Grundwerkstoffes aufweist (Bewertungszahl 10).

²⁾ Taber-Abriebswert (wie in Abschnitt 3.3.1.1. beschrieben) nach 1000 Umdrehungen (mg)

³⁾ Unterliegt aus funktionellen Gründen der Vereinbarung zwischen Galvaniseur und Besteller

6.3.2 Prozesssicherung für Hartchromelektrolyte

Tabelle 6.3.2.a Basisprozess

#	Parameter	Sollwert		Analysenintervall	methode
		Min	Max		
1	Chromsäure	200 [g/l]	260 [g/l]	1 x / Monat	Labor
2	Sulfat	0,8 [% von Cr-Säure]	1,5 [% von Cr-Säure]	1 x / Monat	Labor
3	Chrom(III)	0	5 [g/l]	1 x / Monat	Labor
4	Eisen	0	5 [g/l]	1 x / Monat	Labor
5	Dichte	21 [° Bé]	23 [° Bé]	1 x / Woche	Labor
6	Stromdichte		40 A/dm ²	Pro Gestell	Online
7	Temperatur	45 °C	60 °C	4 x / Schicht	Online
8	Kupfer	0	5 g/l	1 x / Monat	Labor
9	Oberflächen- spannung	20	30	Bei Bedarf	Labor / Lieferant

Tabelle 6.3.2.b Individualprozess B

#	Parameter	Sollwert		Analysenintervall	methode
		Min	Max		
1	Chromsäure	220 [g/l]	235 [g/l]	1 x / Monat	Labor
2	Sulfat	0,8 [% von Cr-Säure]	1,0 [% von Cr-Säure]	1 x / Monat	Labor
3	Chrom(III)	3 [g/l]	8 [g/l]	1 x / Monat	Labor
4	Eisen	3,0 [g/l]	10,0 [g/l]	1 x / Monat	Labor
5	Dichte	21 [° Bé]	23 [° Bé]	1 x / Woche	Labor
6	Stromdichte	20 A/dm ²	50 A/dm ²	Pro Gestell	Online
7	Temperatur	52 °C	56 °C	4 x / Schicht	Online
8	Kupfer	1,0 [g/l]	4,0 [g/l]	1 x / Monat	Labor
9	Chlorid	0,0 [mg/l]	20,0 [mg/l]	alle 3 Monate	Labor

Tabelle 6.3.2.c Individualprozess C

#	Parameter	Sollwert		Analysen- intervall	methode
		Min	Max		
1	Chromsäure	220 [g/l]	320 [g/l]	1 x / Woche	Labor
2	Sulfat	0,9 [% von Cr-Säure]	1,1 [% von Cr-Säure]	1 x / Woche	Labor
3	Chrom(III)	0 [g/l]	8 [g/l]	1 x / Woche	Labor
4	Eisen	0,0 [g/l]	10,0 [g/l]	1 x / Monat	Labor
5	Dichte			1 x / Woche	Labor
6	Stromdichte	8 A/dm ²	40 A/dm ²	pro Charge	Online
7	Temperatur	48 °C	52 °C	4 x / Schicht	Online
8	Kupfer		8,0 [g/l]	1 x / Monat	Labor

Tabelle 6.3.2.d Individualprozess D

#	Parameter	Sollwert		Analysen- intervall	methode
		Min	Max		
1	Chromsäure	280 [g/l]	320 [g/l]	1 x / Monat	Labor
2	Sulfat	0,8 [% von Cr-Säure]	1,5 [% von Cr-Säure]	1 x / Monat	Labor
3	Chrom(III)		10 [g/l]	1 x / Monat	Labor
4	Eisen	5,1 [g/l]	13,0 [g/l]	1 x / Monat	Labor
5	Dichte	21 [° Bé]	23 [° Bé]	1 x / Woche	Labor
6	Stromdichte	25 A/dm ²	50 A/dm ²	Pro Gestell	Online
7	Temperatur	50 °C	60 °C	4 x / Schicht	Online
8	Kupfer				

Tabelle 6.3.2.e Individualprozess E

#	Parameter	Sollwert		Analysen- intervall	methode
		Min	Max		
1	Chromsäure	250 [g/l]	300 [g/l]	1-14 tägl.	Labor
2	Sulfat	0,8 [% von Cr-Säure]	2,3 [% von Cr-Säure]	1-12 Wochen	Labor
3	Chrom(III)	2 [g/l]	10 [g/l]	1-12 Wochen	Labor
4	Eisen	0,0 [g/l]	2,0 [g/l]	1-12 Wochen	Labor
5	Dichte	-	-	1 x / Woche	Labor
6	Stromdichte	10 A/dm ²	150 A/dm ²	gem. Vorgabe	Online
7	Temperatur	40 °C	70 °C	4 x / Schicht	Online
8	OT-Spannung	20 mN/m	30 mN/m	Bei Bedarf	Labor

6.4 Chemische (außenstromlose) Abscheidung von Nickel- und Nickellegierungsüberzügen

Für die chemische Vernickelung sind zu unterscheiden:

- ✓ Verfahren mit Hypophosphit als Reduktionsmittel.
- ✓ Verfahren mit Natriumborhydrid als Reduktionsmittel,
- ✓ Verfahren mit anderen geeigneten Reduktionsmitteln.

Die besonderen technisch nutzbaren Eigenschaften der autokatalytischen- oder chemischen Nickelschichten sind unter anderem:

- ✓ Eine hohe Härte bereits im Abscheidezustand (450 bis 800 HV)
- ✓ Eine weitere Härte durch Temperaturbehandlung (bis 1100 HV)
- ✓ Ein reduzierter Schmelzpunkt gegenüber reinen Nickelschichten
- ✓ Eine nahezu homogene Auflagenverteilung über die gesamte Oberfläche
- ✓ Keine Abschirmungseffekte

Aufgrund der Vielzahl der weiteren relevanten Eigenschaften der Schicht, wie z.B. Sprödigkeit und geringe Verformbarkeit der Überzüge mit Absenkung der Kerbzugfestigkeit und der Dauerfestigkeit galvanisierter Teile als Folge, müssen gesondert in Betracht gezogen werden und können nur Gegenstand intensiver Beratung zwischen Galvaniseur und Besteller sein.

Tabelle 6.4.a) Beispiele für Beanspruchungsstufen für Korrosion und Verschleiß:

Beanspruchungsstufe Korrosion / Verschleiß	Art der Beanspruchung / Beispiele
1/1	Niedrig belastete Lager
2/2	Papierleitwalzen
2/2	Haushaltsmaschinen
1/2	Büromaschinen
3/3	Fahrzeughydraulik
3/2	Ventile
3/1	Automobilstoßdämpfer
2/3	Kolbenringe
1/3	Kolben in der Ölhydraulik
4/4	Hydraulik im Grubenausbau Druckzylinder
4/3	Formenbau; Schmitzringe
4/2	Farbauftragswalzen
4/1	Chemieapparate
3/4	Hydraulik im Maschinenbau
2/4	Zylinderlaufbuchsen
1/4	Fadenführer, Werkzeuge

6.4.1 Geforderte Korrosions- und Abreibbeständigkeiten für außenstromlos abgeschiedene Nickelschichten

Tabelle 6.4.1.a

Beanspruchungsstufe Korrosion/ Verschleiß	Korrosionsbeständigkeit des Grundwerkstoffes ¹⁾		Abrieb des Überzuges (mg) ²⁾	Rauheit R _a (µm)
	DIN 50018-2,0 S AHT (Zyklen)	DIN EN ISO 9227 AASS (h)		
1/1	1	96	35	³⁾
2/2	3	144	30	je < 0,3
2/1	3	144	35	
1/2	1	96	30	
3/3	5	240	25	je < 0,2
3/2	5	240	30	
3/1	5	240	35	
2/3	3	144	25	
1/3	1	96	20	
4/4	7	480	20	< 0,2
4/3	7	480	25	< 0,2
4/2	7	480	30	< 0,3
4/1	7	480	35	⁴⁾
3/4	5	240	20	< 0,2
2/4	3	144	20	⁴⁾
1/4	1	96	20	⁴⁾

Anmerkung:

1) Statt der Bauteile selbst dürfen mit der Zustimmung des FQB auch gleichwertige Musterteile geprüft werden. Der Test gilt als bestanden, wenn die wesentliche Fläche keine Korrosionsprodukte des Grundwerkstoffes aufweist (Bewertungszahl 10).

2) Taber-Abriebwert (wie in Abschnitt 3.3.1.1. beschrieben) nach 1000 Umdrehungen (mg). Je nach Anwendungsfall muss zwischen Beschichter und Besteller vereinbart werden, ob die Überzüge im Abscheidezustand oder nach geeigneter Wärmebehandlung geprüft werden müssen. Für die Korrosions- und Verschleißprüfung müssen die Überzüge im gleichen Wärmebehandlungszustand vorliegen.

3) und 4) unterliegt aus funktionellen Gründen der Vereinbarung zwischen Beschichter und Besteller.

6.4.2 Prozesskontrolle für außenstromlos abgeschiedene Schichten

Tabelle 6.4.2.a Basisprozess

#	Parameter	Sollwerte		Analysen- intervall	methode
		Min	Max		
1	Nickel	3 (g/l)	8 (g/l)	1 x täglich	Labor + Controller online
2	Na-Hypophosphit	20 (g/l)	50 (g/l)	1 x täglich	Labor
3	ph - Wert	4,2	5,2	1 x täglich	Labor + Controller online
4	Stabilisator*	60%	130%	1 x täglich	Labor
5	Temperatur	85°C	95°C	1-2 x täglich	Dokumentation / Online
6	Nitrat		100 mg/l	bei Bedarf	
7	Zink		120 mg/l	bei Bedarf	
8	Badlebensdauer		max.10 MTO		Berechnung
9	Filter	5 µm	10 µm		
10	anodisches Schutzpotential		max.3 A		Controller online
11	Umwälzung	1 x / Stunde			

6.5 Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für technische Zwecke Metallische Grundwerkstoffe

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an Goldschichten – je nachdem ob sie für technische Zwecke abgeschieden wurden (Kontakte) oder für dekorative Anwendungen – werden andere Anforderungen an das Schichtsystem gestellt. Daher ist eine Unterscheidung in dekorative und technische Anwendungen erforderlich.

Tabelle 6.5.a: Beanspruchungsstufen für technische Goldschichten

Beanspruchungsstufe	Beispiele
1/1	Sehr niedrig belastete Kontakte
2/1	Nur wenig korrosiv beanspruchte Teile der Elektrotechnik und Elektronik
2/2	Wenig korrosiv und wenig abrasiv beanspruchte Teile der Elektrotechnik und der Elektronik
3/2	Höher korrosiv und wenig abrasiv beanspruchte Teile der Elektrotechnik und der Elektronik
3/3	Niedrig beanspruchte Teile des Maschinenbaus
4/2	Sehr stark korrosiv und wenig abrasiv beanspruchte Teile der Elektrotechnik und der Elektronik
4/3	Gedruckte Schaltungen
4/4	Teile für die Medizintechnik
5/3	Hoch beanspruchte Teile im Maschinenbau
5/4	Kontakte für sehr hohe Anforderungen

6.5.1 Anforderungen an das System

Tabelle 6.5.1.a Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für technische Zwecke - Metallische Grundwerkstoffe

Beanspruchungsstufe Korrosion/Verschleiß	Schichtdicke (µm)	Korrosions- bestän- digkeit ²⁾ DIN EN ISO 6988 KFW 0,2 S (Zyk- len)	Abriebbestän- digkeit nach Bosch/Weinman n in mg/100 Hübe ³⁾
1/1	0,5	1	5)
2/1	0,5	2	5)
2/2	0,5	2	1,8
3/2	1,0	3	1,8
3/3	1,0	3	1,6
4/2	2,0	4	1,8
4/3	2,5	4	1,6
4/4	2,5	4	< 1,6
5/3	5,0	5	1,6
5/4	5,0	5	< 1,6

6.5.2 Prozessdefinitionen für technische Goldschichten

Tabelle 6.5.2.a Basisprozess zur Abscheidung von Goldschichten

	Parameter	Sollwert		Analysen- intervall	methode
		Min	Max		
1	Silbergehalt	25 [g/l]	35 [g/l]	1 x / Woche	Labor
2	Kaliumcyanid	150 g/l	170 g/l	1 x / Woche	Labor
3	Grundzusatz	30 ml/l		1 x / Quartal	externes Labor
4	Glanzzusatz	0,5 ml/l	1 ml/l	1 x / Quartal	externes Labor
5	Stromdichte	0,2 A/dm ²	0,6 A/dm ²	Pro Trommel	MA vor Ort
6	Temperatur	15 °C	25 °C	1 x / Schicht	MA vor Ort
7	Karbonatgehalt			1 x / Halbjahr	Labor

6.6 Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für dekorative Zwecke
Metallische Grundwerkstoffe und Kunststoffe

Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für dekorative Zwecke

Tabelle 6.6.b: Beanspruchungsstufen für dekorative Goldschichten

Beanspruchungsstufe	Beispiele
1/1	Sehr niedrig belastete Möbelbeschläge
2/1	Korrosiv wenig belastete Möbelbeschlagteile
2/2	Modeschmuck
3/1	Mechanisch gering belastete Bürogeräte
3/2	Geschenkartikel
3/3	Schreibgeräte
4/2	Brillengestelle
4/3	Schmuck für gehobene Ansprüche
4/4	Haushaltsgeräte
5/3	Sakrale Gegenstände
5/4	Sanitäreinrichtungen

6.6.1 Anforderungen an das System

Tabelle 6.5.1.a Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für dekorative Zwecke für metallische und für organische Basismaterialien

Beanspruchungs- stufe ¹⁾ Korrosi- on/Verschleiß	Schicht- dicke in µm	Abriebe- ständigkeit nach Bosch/Wein mann in mg/100 Hü- be ³⁾	Korrosionsbeständigkeit ³⁾	
			DIN 8237 (h)	DIN EN ISO 6988 KFW 0,2 S (Zyklen)
1/1	0,25	⁵⁾	24	6)
2/1	0,5	⁵⁾	24	1
2/2	0,75	1,8	24	1
3/1	1,0	1,8	48	2
3/2	1,0	1,6	48	2
3/3	1,5	1,8	48	2
4/2	2,5	1,6	72	3
4/3	2,5	< 1,6	72	3
4/4	2,5	1,6	72	3
5/3	5,0	< 1,6	72	5
5/4	5,0		72	5

¹⁾ Ist die Lötbarkeit ein Qualitätsmerkmal für das Produkt, dann muss sie überprüft werden.

³⁾ Der Überzugswerkstoff muss in jedem Fall den Thioacetamidtest gemäß ISO 4538 für 96 Stunden bestehen.

⁴⁾ Arithmetischer Mittelwert aus 5 Messungen an einer Probe.

Es handelt sich um Werte, die in der Regel zur Erfüllung der Forderung nach Spalte 4 und 5 notwendig sind.

⁵⁾ nicht gefordert.

Tabelle 6.5.1.b: Galvanische Abscheidung von Gold- und Goldlegierungsüberzügen für dekorative Zwecke mit Kunststoffen als Grundwerkstoffe

(z. B. ABS, PA, PP, PS und ggfl. Mischungen, andere Kunststoffe auf Absprache)

Beanspruchungsstufe ¹⁾ Korrosion/ Verschleiß	Schichtdicke ³⁾ (µm)	Haftfestigkeit je 1 Zyklus in °C	Mindestprüfdauer bis zum Freilegen des Grundwerkstoffs ⁵⁾ 50021- CASS (h)		Abriebbeständigkeit n. Bosch/ Weinmann (mg/100 Hübe) ⁶⁾
1/1	10 Cu +5 Ni +0,25 Au	+ 60 :1:: 1/-20:1:: 1	24	⁸⁾	⁸⁾
2/2	15 Cu +8 Ni +0,75 Au	+ 70 :1:: 1/-25:1:: 1	48	24	2,0
3/3	20 Cu +12 Ni +1,5 Au	+ 70:1:: 1/-30:1:: 1	96	48	1,6
4/4	25 Cu +16 Ni +2,5 Au	+ 80 :1:: 1/-30:1:: 1	120	96	< 1,6

1) Andere Kombinationen sind für spezielle Fälle nach Genehmigung durch den Qualifizierungsausschuss zulässig.

2) Die hier beispielhaft aufgeführten Produkte können je nach Verwendungszweck durchaus auch mit anderen Beanspruchungsstufen belegt sein.

3) Es handelt sich hier um Werte, die in der Regel zur Erfüllung der Forderungen nach Spalte 4,5 und 6 notwendig sind.

4) 24 h Lagerung im Wärmeschrank, 30 min Zwischenlagerung bei Raumtemperatur (18-28 °C). 4 h Lagerung in Kühltruhe; Vorgehensweise entsprechend DIN 53496.

5) Bewertungszahl 10

6) Arithmetischer Mittelwert aus 5 Messungen an einer Probe.

7) Tauchversuche, nach deren Abschluß keine Veränderung des Prüflings (z. B. Abplatzen des Überzugs, Blasenbildung) erkennbar sein darf.

8) nicht erforderlich.

5) Eine Porenprüfung der beschichteten Teile wird wie in Abschnitt???? beschrieben durchgeführt, z. B. Tauchen in Aceton/30 °C -168 h /10 % Ameisensäure/60°C-168 h /Toluol 40°C-168 h.

6.6.2 Prozessdefinitionen für dekorative Goldschichten

Tabelle 6.6.2.a Basisprozess zur Abscheidung von Goldschichten

	Parameter	Sollwert		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Goldgehalt	25 [g/l]	35 [g/l]	1 x / Woche	Labor
2	Kaliumcyanid	150 g/l	170 g/l	1 x / Woche	Labor
3	Grundzusatz	30 ml/l		1 x / Quartal	externes Labor
4	Glanzzusatz	0,5 ml/l	1 ml/l	1 x / Quartal	externes Labor
5	Stromdichte	0,2 A/dm ²	0,6 A/dm ²	Pro Trommel	MA vor Ort
6	Temperatur	15 °C	25 °C	1 x / Schicht	MA vor Ort
7	Karbonatgehalt			1 x / Halbjahr	Labor

6.7 Galvanische Abscheidung von Silber- und Silberlegierungsüberzügen für technische Zwecke Metallische Grundwerkstoffe

Wie bei den Goldschichten ist auch bei den Silberschichten aufgrund der späteren Anwendung eine Unterscheidung zwischen technischen und dekorativen Anwendungen erforderlich:

Tabelle 6.7.a: Beanspruchungsstufen für Silber- und Silberlegierungsüberzügen für metallische Grundwerkstoffe; Technische oder dekorative Anwendungen

Beanspruchungsstufe	Beispiele
	Technisch / bzw. Dekorativ
1	Sehr niedrig belastete Kontakte / bzw. Modeschmuck
2	Niedrig belastete Teile der Elektroind. und der Elektronik / bzw. Büromaterialien
3	Schrauben für die Hochtemperaturanwendung / bzw. Haushaltsgeräte
4	Schaltkontakte für Starkstrom / bzw. Geschenkartikel; Schreibgeräte
5	Teile für den Maschinen- und Apparatebau / bzw. Teile mit langer Lebensdauer wie Schmuck, Bestecke
6	Nicht vergeben /bzw. Produkte mit höchster Anlaufbeständigkeit bei sehr niedriger Beanspruchung

Tabelle 6.7.b: Beanspruchungsstufen für Silber- und Silberlegierungsüberzügen für Kunststoffe als Grundwerkstoffe (z. B. ABS, PA, PP, PS und ggf. Mischungen, andere Kunststoffe auf Absprache); Technische oder dekorative Anwendungen

Beanspruchungsstufe	Beispiele
1	Teile der Radio- und Fernsehindustrie
2	Bijouteriewaren, Toilettenartikel
3	Geschenkartikel; Schreibgeräte
4	Teile mit langer Lebensdauer
5	Produkte mit höchster Anlaufbeständigkeit bei sehr niedriger mechanischer Beanspruchung

6.7.1 Anforderungen an Silberschichten für technische und für Dekorative Anwendungen

Tabelle 6.7.a: Anforderungen an Silber- und Silberlegierungsüberzügen für technische oder dekorative Zwecke, ohne/mit Anlaufschutz des Überzugs

Beanspruchungsstufe ¹⁾²⁾	Schichtdicke (µm)	Mindestprüfzeit ohne Veränderung des Grundwerkstoffs ⁵⁾ DIN EN ISO 6988 KFW 0,2 S (Zyklen)
1	2	1
2	5	3
3	10	5
4	20	7
5	40	8
6	10 (+ Anlaufschutz!)	10

Tabelle 6.7.b: Beanspruchungsstufen für Silber- und Silberlegierungsüberzügen für Kunststoffe als Grundwerkstoffe (z. B. ABS, PA, PP, PS und ggfl. Mischungen, andere Kunststoffe auf Absprache)

Technische oder dekorative Anwendungen

Beanspruchungsstufe ¹⁾ -	Schichtdicke ³⁾ (µm)	Haftfestigkeit ⁴⁾ je 1 Zyklus in °C	Mindestprüfdauer bis zum Freilegen des Grundwerkstoffs ^{5) 7)}	
			DIN EN ISO 9227-NSS (h)	DIN EN ISO 9227-CASS (h)
1	10 Cu +5 Ni +2Ag	+ 60 ± 1/ - 20 ± 1	24	7)
2	15 Cu +8 Ni +5Ag	+ 70 ± 1/ - 25 ± 1	48	24
3	20 Cu +12 Ni +15 Ag	+ 70 ± 1/ - 30 ± 1	96	48
4	25 Cu +16 Ni +20 Ag	+ 80 ± 1/ - 30 ± 1	120	96
5	20 Cu +12 Ni +10 Ag + Anlaufschutz	+ 70 ± 1 - 30 ± 1	10 Zyklen gemäß DIN EN ISO 6988 KFW 0,2 S	

1) Die Abriebbeständigkeit nach Bosch/Weinmann muß außer Beanspruchungsstufe 1 und 5 unter 0,7 mg/100 Hübe (arithmetischer Mittelwert aus 5 Messungen an einer Probe) liegen. Bei Beanspruchungsstufe 1 ist die Prüfung nicht erforderlich.

2) Es handelt sich hier um Werte, die in der Regel zur Erfüllung der Forderungen nach Spalte 7 bis 9 (Sektion 3) bzw. Spalte 7 (Sektion 4) notwendig ist.

4) 24 h Lagerung im Wärmeschrank, 30 min Zwischenlagerung bei Raumtemperatur (18-28 °G). 4 h Lagerung in Kühltruhe; Vorgehensweise entsprechend DIN 53496.

5) Auf einer Fläche bis max. 2 % der galvanisierten Oberfläche.

6) Tauchversuche, nach deren Abschluss keine Veränderung des Prüflings (z. B. Abplatzen des Überzugs, Blasenbildung) erkennbar sein dürfen.

7) nicht erforderlich.

5) Eine Porenprüfung der beschichteten Teile wird wie in Abschnitt???? beschrieben durchgeführt, z. B. Tauchen in Aceton/30 °C -168 h /10 % Ameisensäure/60°C-168 h /Toluol 40°C-168 h.

6.7.2 Parameter für die Prozesssicherheit zur Abscheidung von Silber- und Silberlegierungsschichten

6.7.2.a: Basisprozess

	Parameter	Sollwert		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Silbergehalt	25 [g/l]	35 [g/l]	1 x / Woche	Labor/nassanalytisch
2	Kaliumcyanid	150 g/l	170 g/l	1 x / Woche	Labor/nassanalytisch
3	Grundzusatz	30 ml/l		1 x / Quartal	externes Labor
4	Glanzzusatz	0,5 ml/l	1 ml/l	1 x / Quartal	externes Labor
5	Stromdichte	0,2 A/dm ²	0,6 A/dm ²	Pro Trommel	MA vor Ort
6	Temperatur	15 °C	25 °C	1 x / Schicht	MA vor Ort
7	Karbonatgehalt			1 x / Halbjahr	Labor

6.7.2.b: Individualprozess B für spezielle Anwendungen

	Parameter	Sollwert		Analysen-	
		Min	Max	intervall	methode
1	Silbergehalt	2 g/l	3 g/l	1 x / Tag	Labor/nassanalytisch
2	Kaliumcyanid	170 g/l	190 g/l	1 x / Tag	Labor/nassanalytisch
3	Stromdichte	0,2 A/dm ²	0,6 A/dm ²	Pro Trommel	MA vor Ort

Für alle weiteren Elektrolyte (Kupfer, Nickel und Chemisch Nickel) gelten die bei den jeweiligen Einzelprozessen angegebenen Parameter im Hinblick auf die Prozesskontrolle und -Überwachung.