



DEUTSCHER SCHRAUBENVERBAND E.V.
HERSTELLER MECHANISCHER VERBINDUNGSELEMENTE

DSV - Information

Bewertung schwarzer Oberflächen von Schrauben für die Automobilindustrie

Stand: April 2018

Inhalt

1.	Vorwort	
2.	Anwendungsbereich	3
3.	Verweisungen	3
4.	Grundlagen der Bewertung schwarzer Oberflächen auf Schrauben	4
	4.1 Grundsätzliches.....	4
	4.2 Inhomogene Schwarzfärbung durch unzureichende Abdeckung.....	4
	4.3 Überzugskorrosion.....	6
	4.3.1 Inhomogene Verfärbung schwarzer Oberflächen - Grauschleier.....	6
	4.3.3. Differenzierung Weißkorrosion vs. Grauschleier.....	7
5.	Durchführung der Bewertung schwarzer Oberflächen	7
6.	Angabe des Bewertungsergebnisses	9
7.	Anlage 1: Bildreihentafeln.....	10
8.	Literatur	14

1. Vorwort

Die bislang übliche Bewertung schwarzer Oberflächen nach DIN 34804 2002 /1/ basiert auf einem Vergleich von Prüfteilen mit Kategorien S1-S10 einer Bildreihe in Bezug auf die Veränderung gegenüber dem Ausgangszustand S0, ebenfalls bewertet nach einer Bildreihe.

In einem Ringversuch des Deutschen Schraubenverbandes (DSV) im Jahre 2012 erwies sich die Bewertung von Prüfteilen unterschiedlichster Veränderungsgrade nach dieser Norm als unscharf.

In einer Projektgruppe „Bewertung schwarzer Oberflächen“ des DSV-Arbeitskreises „Oberflächenschutzsysteme“ wurde deshalb eine modifizierte Bewertungsrichtlinie erarbeitet, mit Hilfe derer die Klassifizierung und Bewertung von schwarzen Oberflächen präziser erfolgen kann.

Um dies zu erreichen, wird die Bewertung nach dieser Bewertungsrichtlinie nach quantifizierbaren Kriterien und unter Berücksichtigung des für die Farbveränderungen ursächlichen Mechanismus durchgeführt.

2. Anwendungsbereich

Diese Richtlinie dient zur Bewertung des Aussehens schwarzer Oberflächen auf Schrauben mit Abmessungen $d \geq 5$ mm im Hinblick auf Abdeckungsgrad und Farbveränderung durch Umwelteinflüsse wie Korrosion, Alterung, sowie mechanische Belastung.

Die Bewertung von Glanzgrad, Farbtiefe und Farbtemperatur ist nicht Gegenstand dieser Bewertungsrichtlinie.

Die Anwendung auf Schrauben mit Abmessungen $d < 5$ mm kann sinngemäß erfolgen. Aufgrund der geringen Abmessungen und kleinen Flächen können die Kriterien nach Tab. 1 u. 2. gegebenenfalls nur teilweise angewandt werden oder nicht mehr sinnvoll sein, so dass sich die Anwender dieser Richtlinie hinsichtlich der Auswahlkriterien abstimmen müssen. Eine Überprüfung der Anwendbarkeit dieser Richtlinie für Schrauben mit Abmessungen $d < 5$ mm wurde nicht durchgeführt.

3. Verweisungen

Keine

4. Grundlagen der Bewertung schwarzer Oberflächen auf Schrauben

4.1 Grundsätzliches

Im Unterschied zu DIN 34804 bewertet diese Richtlinie das Aussehen schwarzer Oberflächen auf Schrauben zum Bewertungszeitpunkt unabhängig von der vorangegangenen Belastung, wie Korrosionstest oder mechanischer Belastung durch Schütt- oder Transportvorgänge.

Erfahrungen mit im Markt gängigen schwarzen Oberflächen zeigen, dass im Wesentlichen 3 typische Erscheinungsformen von Verfärbungen schwarzer Oberflächen zu berücksichtigen sind:

- 1) punktuelle oder teilflächige Hellfärbung durch mangelnde Abdeckung silberner Basisschichten durch schwarze Deckschichten.
- 2) mehr oder minder stark ausgeprägte flächige Weiß- bzw. Graufärbung (häufig auch mit Grauschleier bezeichnet, engl.: white haze)
- 3) mehr oder minder stark ausgeprägte Weißfärbung mit voluminösen, kristallinen Reaktionsprodukten (Weißkorrosion).

Die Verfärbungsmechanismen 2) und 3) werden auch als Überzugskorrosion bezeichnet.

Die Qualität schwarzer Oberflächen nach Belastung durch vorstehende Belastungsarten ist stark von der Bauteilgeometrie und vom Bearbeitungsverfahren abhängig. Schrauben sind Massenfertigungsteile und werden als solche am kostengünstigsten in Trommel-Prozessen bearbeitet. Dabei sind sie mechanischen Belastungen durch Schütt- und Transportvorgänge unterworfen. Die mechanische Belastung steigt mit zunehmendem Teilgewicht. Mechanische Belastungen können durch Gestell-Beschichtungsverfahren deutlich reduziert werden; diese sind jedoch deutlich teurer als Trommel-Verfahren.

4.2 Inhomogene Schwarzfärbung durch unzureichende Abdeckung

Zum Korrosionsschutz für Schrauben werden üblicherweise Beschichtungen auf Basis von Zn oder Zn-Legierungen verwendet. Naturgemäß sind Zn-Schichten bzw. Zn-Legierungsschichten silberfarben. Bei galvanischen Zn- und Zn-Legierungsschichten wird das schwarze Erscheinungsbild durch eine Schwarzpassivierung und / oder eine schwarze Deckbeschichtung erreicht. Zinklamellen-Basisschichten können dunkel eingefärbt sein. Zum Erreichen eines homogen schwarzen Aussehens des gesamten Beschichtungssystems kommen hier schwarze Deckschichten, die auf die (silberne oder dunkel eingefärbte) Basisbeschichtung aufgebracht werden, zur Anwendung.

Ursachen für eine unzureichende Abdeckung können sein:

- Inhomogene, nur teilweise Abdeckung durch den Beschichtungsprozess der schwarzen Deckbeschichtung,
- Partielle Entfernung der schwarzen Deckschicht durch mechanische Einflüsse wie Kratzer, Schlagstellen, Abrieb, etc. (Mechanischer Abrieb der schwarzen Deckschicht tritt vorzugsweise im Bereich von Außenkanten auf).

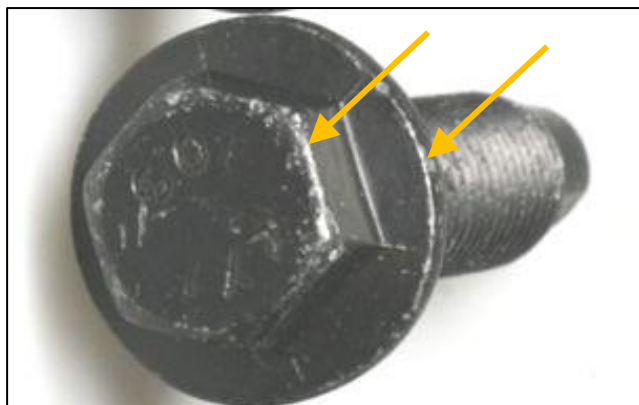


Abb.1. Beispiel Zinklamellenüberzug mit schwarzer Deckschicht – Örtlicher Abrieb nach mechanischer Belastung.

Def. Kantenlänge: Als Länge einer Kante wird die zusammenhängende begrenzende Linie einer Fläche definiert (Abb. 1) Zur Bewertung bzgl. Deckung wird die Länge der Fehlstellen pro Kantenlänge einer Kante bewertet.

4.3 Überzugskorrosion

Bei kathodischen Korrosionsschutzsystemen zeigen Verfärbungen der Oberfläche die Wirkung des kathodischen Korrosionsschutzmechanismus an, indem zunächst das in den Schutzschichten enthaltene Opfermetall (in der Regel Zink) anstelle des zu schützenden Grundwerkstoffes zur Reaktion kommt.

Der Reduzierung oder Verzögerung von Überzugskorrosion / Weißkorrosion (z.B. durch eine Passivierung) kommt insofern eine technische Bedeutung zu, als hierdurch ein korrosiver Angriff auf das anodische Opfermetall (z.B. Zn) verzögert und somit die Schutzwirkung des Opfermetalls verlängert wird.

Bei der Festlegung von Anforderungen an ein Oberflächenschutzsystem sollte vom Anwender unterschieden werden, ob hierfür vorwiegend

- korrosionstechnische Gründe oder
- optische / dekorative Aspekte

maßgebend sind. So ist beispielsweise die für ZnNi-Schichten typische Grauschleierbildung (engl.: white haze) kein korrosionstechnischer Nachteil für den Schutz gegenüber Grundmetallkorrosion, jedoch kann die Weißfärbung aufgrund dekorativer Anforderungen unerwünscht sein.

Mit zunehmend geringerem zulässigen Farbveränderungsgrad steigt der Aufwand für das Schichtsystem, so dass eine Auswahl der Anforderungen auch unter Kostengesichtspunkten sinnvoll und empfehlenswert ist.

Eine abschließende eindeutige Unterscheidung zwischen Grauschleier und Weißkorrosion durch visuelle Untersuchung ist nicht immer möglich (s. Abb. 3) und bedarf zur Klärung gegebenenfalls tiefergehender und detaillierterer Untersuchungsmethoden wie Lichtmikroskopie, REM, Elementanalyse o.ä.

4.3.1 Inhomogene Verfärbung schwarzer Oberflächen - Grauschleier

Als Grauschleier (engl.: white haze) wird eine flächige, nicht kristalline Weiß- oder Graufärbung einer schwarzen Oberfläche bezeichnet. Grauschleierbildung tritt häufig bei ZnNi-Schichtsystemen auf. Dabei kommt es aufgrund der für ZnNi-Schichten typischen Rissstruktur der Oberfläche zu einer anfänglichen Korrosionsreaktion, deren weiße Korrosionsprodukte die Rissstrukturen innerhalb kurzer Zeit verschließen und die Korrosionsreaktion infolgedessen stark verlangsamen. Der sich dadurch bildende Grauschleier kann sich somit zwar optisch nachteilig auswirken, beeinträchtigt jedoch das Korrosionsschutzverhalten der Schutzschicht nicht.



Abb.2. Beispiel ZnNi, schwarz passiviert, mit schwarzer Deckschicht – Grauschleier nach Korrosionsbelastung.

4.3.2 Inhomogene Verfärbung schwarzer Oberflächen - Weißkorrosion

Als Weißkorrosion werden üblicherweise die weißen Korrosionsprodukte des Zinks bezeichnet. Im Unterschied zum Grauschleier bestehen die Weißverfärbungen aus voluminösen, kristallinen Strukturen.



Abb.3. Beispiel ZnFe, schwarz passiviert, mit schwarzer Deckschicht – Weißkorrosion nach Korrosionsbelastung.

4.3.3. Differenzierung Weißkorrosion vs. Grauschleier

Die Unterscheidung von Weißkorrosion und Grauschleier anhand visueller Bewertung gelingt nicht immer eindeutig, da die Ausprägung der Merkmale (s. 4.2.1. und 4.3.2.) fließend ist.

Folgende Merkmale können zur Differenzierung herangezogen werden:

1. Im nassen Zustand verblasst bzw. verschwindet der Grauschleier, während die Weißkorrosion weiterhin sichtbar bleibt.
2. die Oberfläche mit Grauschleier wirkt glatt, während die Weißkorrosion aufgrund voluminöser, kristalliner Reaktionsprodukte eine rauere Oberfläche zeigt.
3. Grauschleier tritt bereits nach kurzer Prüfzeit (ca. 24h) in der Salzsprühnebelprüfung auf und verändert danach seine Intensität z.B. bis 240h nicht. Bei Weißkorrosion lässt sich in einem Prüfintervall von z.B. 72h eine deutliche Zunahme der Verfärbung erkennen.

5. Durchführung der Bewertung schwarzer Oberflächen

Falls nicht anders vereinbart, gilt für die Bewertung schwarzer Oberflächen auf Schrauben folgende Vorgehensweise:

1. Die **Prüffläche** ist die gesamte Kopffläche oberhalb der Kopfauflagefläche. Bei Kombiteilen mit Scheibe umfasst die Prüffläche auch die bei Anlage am Schraubenkopf sichtbare Oberseite (der Kopf zugewandten Fläche) und die Seitenfläche der Scheibe.
2. **Einzelteilprüfung.** Die Bewertung erfolgt für jedes Prüfteil eines Prüfloses getrennt. Die Anzahl der zu bewertenden Teile muss vereinbart werden. Falls keine Vereinbarung besteht, werden $n = 5$ Prüfteile bewertet und das Ergebnis gemäß Kap. 6 angegeben.
3. Die Bewertung erfolgt unmittelbar am Prüfteil **mit unbewaffnetem Auge im Leseabstand** und bei Beleuchtung (Tageslicht weiß, 1000-1500Lx, D65).
4. Die Oberfläche der Prüfteile ist zur Festlegung der Bewertungsklasse im trockenen Zustand zu bewerten.
Zur Differenzierung von Grauschleier und Weißkorrosion kann die Bewertung im nassen Zustand herangezogen werden (s. 4.3.3).

Hinweis: Die Bewertung anhand fotografischer Darstellungen kann insbesondere durch die Formatierung (Größe, Helligkeit, Kontrast, etc.) und Darstellungsqualität (Auflösung, Belichtung) zu einem stark abweichenden Ergebnis führen.

5. Die Bewertung erfolgt durch Zuordnung in Klassen gemäß der Bildrichtreihe in Abschnitt 7 oder nach den quantitativen Richtwerten der Tabelle 1 und 2. (*Anmerkung:* Die Auswahl und

die Einteilung der Bildrichtreihen wurden in Übereinstimmung mit der Klassifizierung in Tabelle 1 und 2 gewählt).

Im Schiedsfall ist die Bewertung nach Tabelle 1 und 2 anzuwenden.

Es wird empfohlen, die Bewertung bzgl. Deckungsgrad (Tab. 1) vor der Anwendung von Korrosionstests durchzuführen, da durch die evtl. auftretende Korrosionsprodukte die Bewertung der Deckung erschwert oder unmöglich gemacht wird.

Bewertung schwarzer Oberflächen von Schrauben für die Automobilindustrie

Schädigungsart	D unvollständige Deckung				
Klasse KI	0 ¹⁾	1	2	3	4
Bewertungskriterium	--	punktuell	punktuell	flächig	flächig
DM [mm]	homogene schwarze Oberfläche ohne farbliche Fehlstellen	≤ 1	≤ 2	≤ 3	stärker als KI 3
FA [%]		≤ 5	≤ 10	≤ 25	
KL [%]		≤ 25	≤ 50	> 50	
Vergleichsbildtafel	Tafel 1 K0	Tafel 1 K1	Tafel 1 K2	Tafel 1 K3	Tafel 1 K4
<u>Legende</u> DM: Durchmesser / größte Abmessung / größte Diagonale der Fehlstelle FA: Flächenanteil der Prüffläche mit Fehlstellen KL: Fehlstellenanteil in % der Kantenlänge (Def.: s. Kap. 4.2) ¹⁾ Idealzustand (Neuzustand, optimales Handling, etc.)					

Tab. 1. Bewertungsmatrix (Deckungsgrad)

Schädigungsart	K Korrosiv			
Klasse KI	Bewertungskriterium	G Grauschleier	W Weißkorrosion	Vergleichsbildtafel
0		homogene schwarze Oberfläche ohne farbliche Fehlstellen		Tafel 1 K0
1	Beschreibung	Leicht, teilflächig	punktuell	Tafel 1 K1
	DM [mm]	--	≤ 1	
	FA [%]	≤ 10	≤ 5	
2	Beschreibung	teilflächig	teilflächig	Tafel 1 K2
	DM [mm]	--	--	
	FA [%]	≤ 25	≤ 25	
3	Beschreibung	flächig	flächig	Tafel 1 K3
	DM [mm]	--	--	
	FA [%]	≤ 50	≤ 50	
4		stärker als KI 3	stärker als KI 3	Tafel 1 K4
<u>Legende</u> G: Grauschleier W :Weißkorrosion			DM: Durchmesser Korrosionspunkt FA: Flächenanteil der Prüffläche	

Tab. 2. Bewertungsmatrix (Weißkorrosion, Grauschleier)

6. Angabe des Bewertungsergebnisses

Für alle Prüfteile (Anzahl n) ist die Bewertung zu dokumentieren. Im Regelfall bestimmt das Teil mit der schlechtesten Bewertung (höchste Klasse) das Bewertungsergebnis.

Abweichend davon können andere Bewertungsmethoden vereinbart werden (z.B. Mittelwertbildung der Einzelbewertungen oder Angabe aller Einzelbewertungen).

Bewertungsangabe A (Angabe der einer, nämlich der höchsten Schädigungsklasse)

DSV-RL Kl x , $n = x$ (D, W, oder G)

Beispiel: DSV-RL KI 2, $n=4$ (D)

In Worten: Bewertung nach DSV-RL Klasse 2 (Deckung) von 4 Prüfteilen

Aufgrund der teilweise unscharfen Trennung zwischen Weißkorrosion und Grauschleier ist diese Information in der Ergebnisangabe informativ zu werten.

Bewertungsangabe B (Angabe nach Schädigungsart Korrosion und Deckung)

DSV-RL Dx Ky, $n = x$ (W oder G)

Beispiel: DSV-RL D0 K1, $n=4$ (W)

In Worten: Bewertung nach DSV-RL Deckungsklasse 0, Korrosionsklasse 1 (Weißkorrosion) von 4 Prüfteilen

Aufgrund der teilweise unscharfen Trennung zwischen Weißkorrosion und Grauschleier ist diese Information in der Ergebnisangabe informativ zu werten.

7. Anlage 1: Bildreihentafel

Gebrauchshinweis:

Die Bildreihe soll die Anwendung der Bewertungsmatrix (Tab. 1 u. 2) unterstützen.















Tafel 1 (Beispiel 1 bis 3)

1 cm

	1	2	3
K0			
K1			
K2			
K3			
K4			

Tafel 1 Fortsetzung (Beispiel 4 bis 6)

1 cm

	4	5	6
K0			
K1			 (S2)
K2			 (S4)
K3			 (S6)
K4			 (S8)

Hinweis:

Spalte 1, 2: Weißkorrosion

Spalte 3: Grauschleier

Spalte 4: Grauschleier, Klasse 4 Weißkorrosion

Spalte 5: unvollständige Deckung

Spalte 6: Bezug zu DIN 34804

8. Literatur

/1/ DIN 34804 2002 /1/

ENDE DES DOKUMENTS

Bei Fragen oder Anregungen zu dieser Richtlinie wenden Sie sich bitte an

- Horst Dieterle (E-Mail: horst.dieterle@kamax.com ; Tel.: 06633-79-426) oder
- Dr. Stefan Beyer (E-Mail: sbeyer@schraubenverband.de; Tel.: 02331-9588-45)



DEUTSCHER SCHRAUBENVERBAND E.V.
HERSTELLER MECHANISCHER VERBINDUNGSELEMENTE

Inhaltliche Fragen zu diesem Dokument richten Sie bitte an die
Geschäftsstelle des Deutschen Schraubenverbandes e.V.

Erstellt von der AG „Bewertung schwarzer Oberflächen“ im AK Oberflächenschutzsysteme