



DEUTSCHER SCHRAUBENVERBAND E.V.
HERSTELLER MECHANISCHER VERBINDUNGSELEMENTE

DSV - Information

Verbaubarkeitsprüfung von Schrauben mit Innen-Kraftangriff am Beispiel des Innensechsrunds

Stand: Oktober 2022

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Zweck und Anwendungsbereich	4
3.	Prüfung der technischen Umsetzung (Herstellbarkeitsanalyse)	4
3.1	Allgemein (Beschichtungsverfahren)	4
3.2	Anforderungen an den Beschichter	5
3.3	Anforderungen an den Schraubenhersteller	5
3.4	Empfehlungen für den Anwender	6
4.	Verbaubarkeitsprüfung	6
4.1	Prüfung von Innen-Kraftangriffen (allgemein)	6
4.2	Prüfung von Innensechsrund-Kraftangriffen	7
5.	Normative Verweise:	11
6.	Bezugsquellen der Prüfmittel	11

1. Einleitung

Schrauben werden zum Zwecke des Korrosionsschutzes beschichtet. Bei Forderungen nach hoher Korrosionsbeständigkeit kommen üblicherweise Oberflächenschutzsysteme mit großen Schichtdicken, insbesondere Zinklamellensysteme oder galvanische Schutzschichten mit Versiegelungen und / oder Topcoats (Duplex-Beschichtungen) zur Anwendung. Derartige dicke Oberflächenüberzüge können die Funktion einer Schraube beeinflussen. Dabei ist die Funktions- bzw. Verbaubarkeitsprüfung durch Lehren des Schrauben- und Muttergewindes hinlänglich bekannt und in Normen mit Angabe von Toleranzlagen, Grenzabmaßen sowie Grenzaufschraubmomenten in Schiedsfällen ausreichend beschrieben, jedoch fehlen derartige konkrete Prüfvorgaben für Innen-Kraftangriffe.

Die Anwendung von handelsüblichen Final-Tiefenmessuhren und Final-Prüflehren, **Bild 1**, ist in diesen Fällen nicht oder nur bedingt anwendbar, da mit dieser Prüfmethode schnell Teile verworfen werden können, obwohl eine Verbaubarkeit weiterhin möglich ist. Dies liegt vorwiegend darin begründet, dass die herkömmlichen Tiefenmessuhren wie auch Prüflehren von der Geometrie der Prüfstifte nicht für hohe Schichtdicken ausgelegt sind und es dann bei der Prüfung zum Verhaken / Verklemmen kommen kann. Das heißt, der Prüfstift lässt sich durch die Zunahme der Schichtdicke mit steigender Kraftangriffstiefe nicht mehr tief genug einführen, sodass die Mindest-Eindringtiefe nicht erreicht wird. Die schematische Darstellung in **Bild 2** verdeutlicht diese Thematik.



Bild 1: Final-Tiefenmessuhr und Final-Prüflehre am Beispiel Innensechsrund

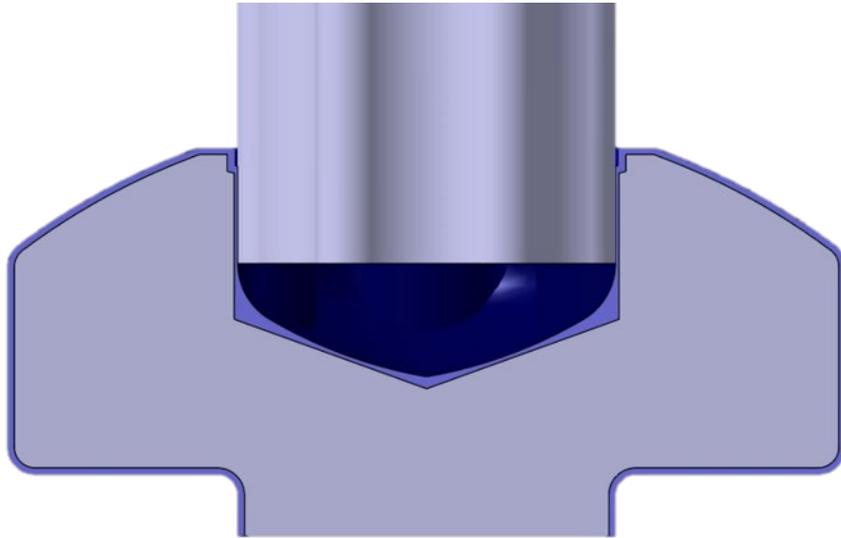


Bild 2: Schematische Darstellung der Schichtdickenverteilung im Antrieb

2. Zweck und Anwendungsbereich

Diese DSV-Information behandelt Schrauben mit Innen-Kraftangriffen, die zur Erzielung hoher Korrosionsbeständigkeit mit Oberflächenschutzsystemen großer Schichtdicken versehen werden müssen. Sie legt eine einheitliche Prüfmethode fest, mit der die Verbaubarkeit von Schrauben mit Innen- Kraftangriffen beurteilt und der Serieneinsatz sichergestellt werden kann.

Die aktuelle Ausgabe befasst sich vorrangig mit der Antriebsform des Innensechsrundes, jedoch können die Erkenntnisse zur technischen Umsetzung auch auf andere Antriebsformen von Innen-Kraftangriffen übertragen werden.

3. Prüfung der technischen Umsetzung (Herstellbarkeitsanalyse)

3.1 Allgemein (Beschichtungsverfahren)

Schrauben mit Innen-Kraftangriffen fallen in die Kategorie „schöpfende Teile“. Sie sind Massenartikel, die bei der Beschichtung als kritisch einzustufen sind. Grund ist, dass die Aufbringung des Oberflächenüberzugs bei hohen Korrosionsschutzanforderungen zumeist mehrschichtig im Trommel- und / oder Tauch-Schleuder-Verfahren erfolgt und somit die Gefahr von örtlichen Beschichtungsanhäufungen besteht.

Schrauben kleinerer Abmessungen (insbesondere $\leq M6$) mit den Antriebsformen Innensechsrund, Innensechskant, Innenvielzahn, einschließlich Sonderformen sind hierbei als besonders kritisch zu betrachten. Dabei nimmt die Gefahr von örtlichen Überbeschichtungen mit abnehmender Größe des Kraftangriffes und / oder der Schraubenlänge (Kopflastigkeit) zu.

Bild 3 bis Bild 6 verdeutlichen die Thematik und zeigen zugelaufene Antriebe am Beispiel der Antriebsform Innensechsrund.



Bild 3: Blasenförmige Top-Coat Rückstände im Grund (i.O. – verbaubar)



Bild 4: Blasenförmige Base-Coat Rückstände im Grund (i.O. – verbaubar)



Bild 5: Massive Rückstände Base-Coat (n.i.O. – nicht verbaubar)



Bild 6: Massive Rückstände Base-Coat (n.i.O. – nicht verbaubar)

3.2 Anforderungen an den Beschichter

Der Beschichter muss seinen Beschichtungsprozess und die damit verbundenen Parameter auf die Oberflächenanforderungen unter Berücksichtigung der Teilegeometrie so festlegen, dass funktionsmindernde Beschichtungsanhäufungen in Innen-Kraftangriffen auf ein Minimum reduziert werden. Bei vorhersehbaren Komplikationen hat der Beschichter im Rahmen seiner Herstellbarkeitsbewertung die Verantwortung, seine Bedenken an den Auftraggeber zu richten.

3.3 Anforderungen an den Schraubenhersteller

Der Schraubenhersteller übergibt dem Beschichter zur Herstellbarkeitsbewertung eine Zeichnung mit allen relevanten Maßen von Kopf, Antriebsgröße / -tiefe, Gewinde und Länge. Weiterhin berücksichtigt der Schraubenhersteller im Rahmen der Werkzeugauslegung und Prüfplanung die vom Beschichter erforderliche lokale Schichtdicke zur Einhaltung der Korrosionsschutzanforderung, sofern dies technisch möglich ist.

Wird eine fertigungstechnische Umsetzung der Anforderungen zur Erfüllung der funktionalen Eigenschaften als problematisch angesehen, so sind frühzeitig zwischen Schraubenhersteller / Beschichter und Abnehmer gesonderte Vereinbarungen zu treffen wie z. B.

- Alternatives Beschichtungssystem
- Konstruktive Änderung der Antriebsgröße / -form
- Einschränkung der max. Beschichtungsstärke (ggf. mit Herabsetzung der Korrosionsschutzanforderung)
- 100%-Kontrolle (Bitprüfung)

3.4 Empfehlungen für den Anwender

Der Anwender kann ebenfalls Einfluss auf die Verbaubarkeit / Montagefähigkeit nehmen, in dem der Arbeitsdruck respektive die Arbeitskraft an die Bedingungen angepasst werden.

Angaben aus der Praxis: In Abhängigkeit der Schrauben- / Kraftangriffsgröße und den Bedingungen liegt bei automatischen Schraubsystemen der Druck beim Arbeitshub des Schraubers zwischen 1 und 3,5 bar. Bei Handanwendungen mit Positionskontrolle, bei der der Handschrauber über einen gefederten Abtrieb ohne Überwachung der Tiefe verfügt, beträgt die Arbeitskraft 30 N bis 50 N.

Des Weiteren können die Abmaße der Montagebits (Driver Bits) einen Einfluss auf die Verbaubarkeit / Montagefähigkeit haben (siehe **Abschnitt 4.1**).

4. Verbaubarkeitsprüfung

4.1 Prüfung von Innen-Kraftangriffen (allgemein)

Als Prüfmethodik in der Praxis hat sich die Prüfung mit handelsüblichen Montagebits (Driver Bits) bewährt. Unzulässige Rückstände nach dem Beschichtungsprozess können mit dieser Prüfung sicher detektiert werden, sodass beim Anwender keine Montageprobleme zu erwarten sind. Die Prüfung wird als einfache Bit-Steckprüfung durchgeführt. Hierbei wird der Montagebit ohne Nachdrücken in den Innen-Kraftangriff bis zum Grund eingeführt. Ist dies gegeben, so gilt die Prüfung als bestanden. Diese Prüfung ist zwischen den Vertragspartnern zu vereinbaren.

Hinweis: Bei der Vermessung von handelsüblichen Standard-Montagebits (Driver Bits) für Innensechsrund hat sich gezeigt, dass die Abmaße stark differieren und auch die Toleranzen der DIN EN ISO 10664 überschreiten können, um so eine bessere Haltefunktion zu realisieren. Dies kann sich jedoch bei Schrauben mit Oberflächenschutzsystemen hoher Schichtdicken nachteilig auswirken und zu Verbau-/ Montageproblemen führen. Daher empfiehlt es sich bei einer vereinbarten Bit-Steckprüfung geprüfte bzw. abgestimmte Bits einzusetzen, **Bild 7**.



Bild 7: Prüflehre am Beispiel für Innensechsrund Bits

4.2 Prüfung von Innensechsrund-Kraftangriffen

4.2.1 Allgemein

Aufgrund der stark verbreiteten Anwendung des Innensechsrundes als Antrieb wurde die Verbaubarkeitsprüfung weiterentwickelt und präzisiert. Sie hat gegenüber der vereinfachten Bit-Steckprüfung den Vorteil, dass diese variabel, also messend und mit einer konstanten Prüfkraft durchgeführt wird. Die Prüfung ist mit der fertigungsbegleitenden Überwachung in der Schraubenproduktion vergleichbar (siehe **Abschnitt 1**). Jedoch orientiert sich die Geometrie des Prüfstifts und die konstant aufgebrachte Prüfkraft an den in der Praxis verwendeten Montagebits (Driver Bits) und den Arbeitsdrücken / -kräften von Schraubensystemen. Die konstante Prüfkraft wird durch eine zusätzliche Druckfeder in dem Prüfmittel erzeugt, sodass der Bedienerinfluss durch unterschiedlichen Druck auf das Prüfmittel entfällt, um kleine Rückstände zu kompensieren, die fertigungstechnisch nicht 100 % auszuschließen sind. Der Sachverhalt wird in folgendem Beispiel erläutert:

Prüfung Kombi-Schraube M6x12 - Innensechsrund 30 (Eindringtiefe: 2,02 - 2,42 mm)

Die zu prüfende Schraube weist leichte, blasenförmige Top-Coat Rückstände auf, **Bild 8**. Bei der Prüfung mit einer handelsüblichen Messuhr wird die Mindest-Eindringtiefe nicht erreicht, **Bild 9 links**. Mit einer aufgebrachten geringen Prüfkraft von 7,7 N werden jedoch bereits die Rückstände verdrängt und die geforderte Mindest-Eindringtiefe erreicht, **Bild 9 rechts**.

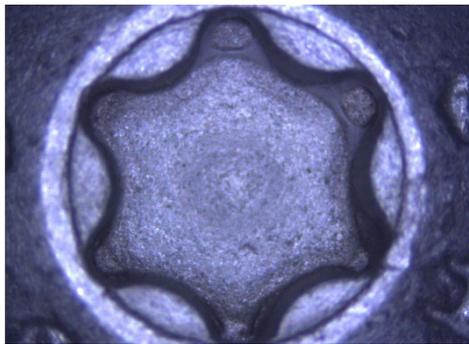


Bild 8: Blasenförmige Top-Coat Rückstände



Bild 9: Prüfung der Schraube aus **Bild 8** ohne zusätzliche Prüfkraft (links) und mit zusätzlicher Prüfkraft (rechts)

4.2.2 Aufbau und Einstellung des Prüfmittels

Die Driver Bit-Tiefenmessuhr entspricht vom Grundprinzip und Aufbau der Final-Tiefenmessuhr nach DIN EN ISO 10664, jedoch mit einer zusätzlichen Druckfeder, mit der eine Prüfkraft von ca. 20 N erreicht wird und dem Prüfstift im Driver Bit Style, **Bild 10**.

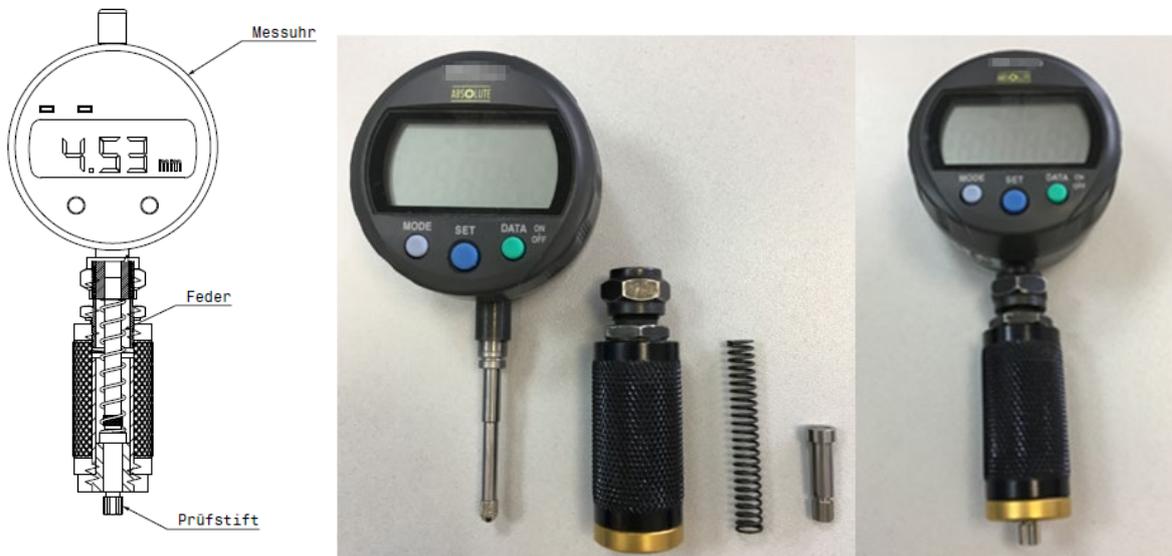


Bild 10: Aufbau Driver Bit-Tiefenmessuhr

Die Driver Bit-Tiefenmessuhr ist, wie folgt, einzustellen:

- Messuhr gegen eine ebene Auflage drücken, um sie nullen zu können, **Bild 11 – I**
- Messuhr auf das Maß C (Fasenhöhe), **Tabelle 1**, manuell, **Bild 11 -II**, oder mit einer Hilfslehre einstellen (z. B. Gr. 30 auf +0,28 mm) und in der Position wieder nullen, **Bild 11 - III**.
- Gegenprüfung: Messuhr erneut wie unter a) gegen eine ebene Auflage drücken, dabei muss nun der zuvor eingestellte Wert unter b) mit einem Minus-Vorzeichen angezeigt werden (z. B. Gr. 30 auf -0,28 mm), **Bild 11 - IV**. Stimmt der Wert überein, ist die Messuhr einsatzfähig. Bei einer Abweichung müssen die Schritte a) bis c) wiederholt werden.

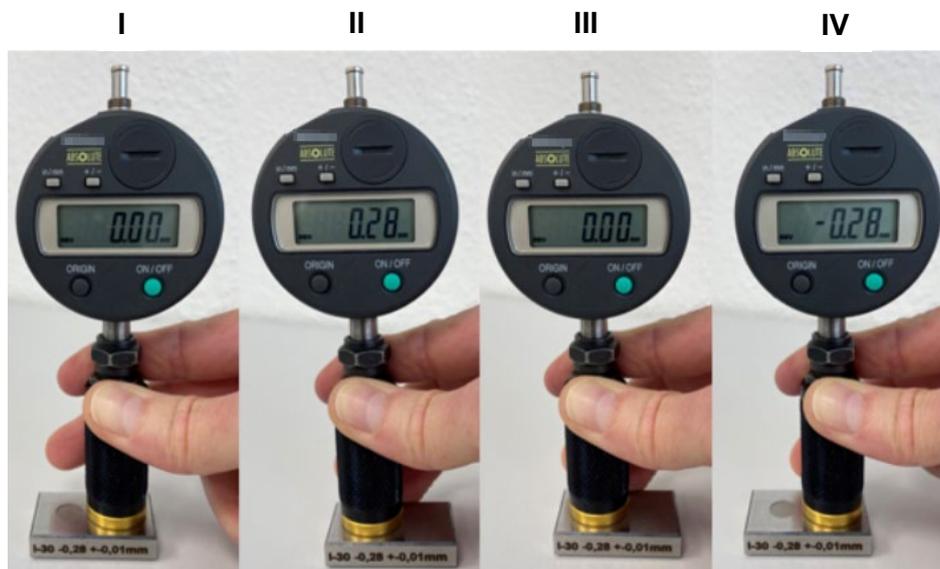
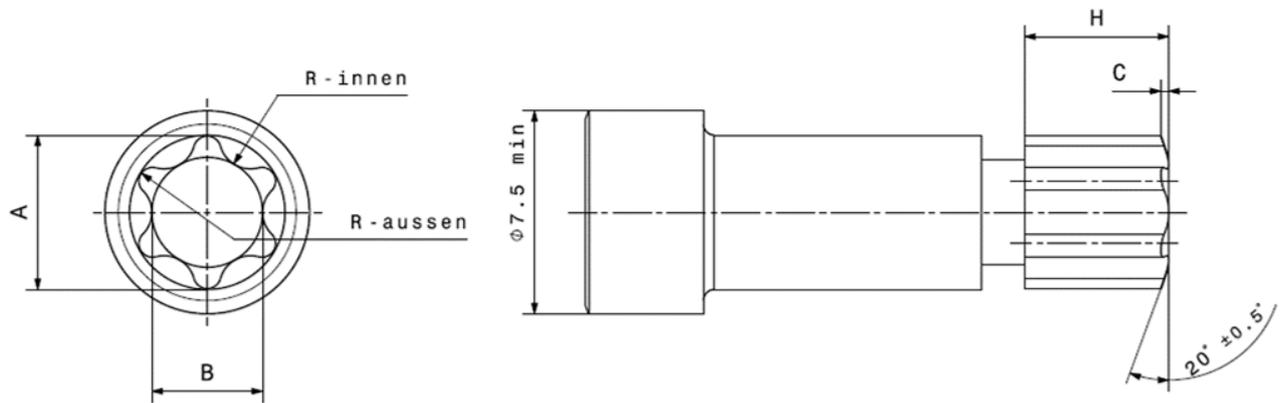


Bild 11: Einstellung der Driver Bit - Tiefenmessuhr



Innen- sechsrund Größe	Grenzmaße Prüfstift									
	A		B		R-innen		R-aussen		H	C
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	Ref	Fasen- höhe
1	0,841	0,855	0,592	0,607	0,198	0,204	0,055	0,062	1,1	0,05
2	0,953	0,967	0,674	0,688	0,221	0,227	0,065	0,072	1,7	0,05
3	1,131	1,145	0,800	0,815	0,263	0,270	0,078	0,085	1,7	0,06
4	1,291	1,305	0,912	0,927	0,305	0,312	0,087	0,093	1,7	0,06
5	1,415	1,430	1,013	1,028	0,318	0,342	0,107	0,111	1,7	0,07
6	1,695	1,709	1,210	1,224	0,371	0,396	0,130	0,134	1,8	0,09
7	2,012	2,026	1,437	1,453	0,442	0,450	0,157	0,165	3,1	0,11
8	2,335	2,349	1,672	1,686	0,498	0,523	0,188	0,193	3,1	0,12
9	2,520	2,534	1,809	1,823	0,542	0,566	0,204	0,210	3,3	0,13
10	2,761	2,776	1,979	1,993	0,585	0,609	0,227	0,231	3,6	0,14
15	3,295	3,309	2,353	2,367	0,704	0,728	0,265	0,269	3,8	0,17
20	3,879	3,893	2,764	2,778	0,846	0,871	0,303	0,307	4,1	0,20
25	4,451	4,465	3,170	3,185	0,907	0,932	0,371	0,378	4,5	0,23
27	5,009	5,024	3,564	3,578	1,095	1,120	0,387	0,393	4,7	0,26
30	5,543	5,557	3,958	3,972	1,182	1,206	0,448	0,454	5,0	0,28
40	6,673	6,687	4,766	4,780	1,415	1,440	0,544	0,548	5,6	0,35
45	7,841	7,856	5,555	5,570	1,784	1,808	0,572	0,576	6,2	0,42
50	8,857	8,872	6,366	6,380	1,804	1,828	0,773	0,777	6,5	0,45
55	11,245	11,259	7,930	7,945	2,657	2,682	0,765	0,769	6,7	0,60
60	13,302	13,317	9,490	9,504	2,871	2,895	1,065	1,069	8,2	0,70
70	15,588	15,603	11,085	11,099	3,465	3,489	1,192	1,196	9,0	0,82
80	17,619	17,635	12,646	12,661	3,625	3,629	1,524	1,529	9,9	0,90
90	20,021	20,035	14,232	14,246	4,456	4,480	1,527	1,534	10,6	1,06
100	22,231	22,245	15,820	15,834	4,913	4,937	1,718	1,724	11,4	1,16

Tabelle 1: Grenzmaße (A, B, R-innen, R-aussen) der Prüfstifte [teilweise nach DIN EN ISO 10664:2015-01]

4.2.3 Prüfungsdurchführung

Bei der Prüfung muss die Eindringtiefe t nach Produktnorm respektive Spezifikationsvorgabe erreicht werden, **Bild 12**.

Anmerkung: Ein Nachdrücken oder eine Zweitmessung sind nicht zulässig.

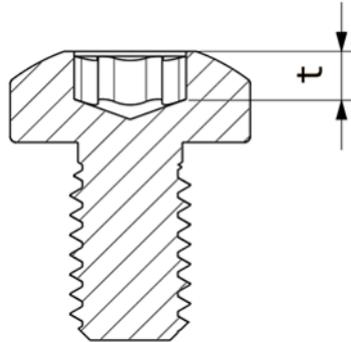


Bild 12: Eindringtiefe t

5. Normative Verweise:

- DIN EN ISO 4042 Verbindungselemente - Galvanische Überzüge
- DIN EN ISO 10664:2015-01 Innensechsrund für Schrauben
- DIN EN ISO 10683 Verbindungselemente - Nichtelektrolytisch aufgebrauchte Zinklamellenüberzüge
- VDA 235-104 Cr(VI)-freie Oberflächenüberzüge für Verbindungselemente mit metrischem Gewinde

6. Bezugsquellen der Prüfmittel

Im Folgenden werden auszugsweise Bezugsquellen der Prüfmittel und der Federn aufgeführt.

- Dipl.-Ing. Fritz Lichthart
Betriebsgesellschaft mbH
Römerweg 21
58513 Lüdenscheid
Telefon: +49 2351 9538-0
www.lichthart.de
- Jurjanz GmbH & Co. KG
Käthe-Kollwitz-Str. 1
04435 Schkeuditz
Tel.: +49 (0) 34204 70 45 45
www.jurjanz.de
- TOSAG Engineering AG
Fuchsweidweg 12
CH-4852 Rothrist
Tel. +41 (0)62 794 38 28
Fax. +41 (0)62 794 14 58
<https://www.tosag.ch>

Feder:

Gutekunst + Co.KG
Federnfabriken
Carl-Zeiss-Straße 15
D-72555 Metzingen
Telefon (+49) 0 71 23 / 9 60-0
Telefax (+49) 0 71 23 / 9 60-195
service@gutekunst-co.com
<https://www.federnshop.com>
Bestell-Artikel-Nr.: D-132A



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 „Verbaubarkeitsprüfung Innenkraftangriffe“
im AK Oberflächenschutzsysteme