

Funktionselemente
Loch- u. gewindeformende Schrauben
(hole- and threadforming screws)**Inhalt:**

- 1 Zweck des Merkblattes
- 2 Grundlagen
 - 2.1 Definitionen
 - 2.2 Definition der Prozessparameter
 - 2.3 Funktionsprinzipien
 - 2.3.1 Fließlochformende Schrauben (FLS) (flow drilling screw)
 - 2.3.2 Kaltformende Schrauben (KFS) (cold forming screw)
 - 2.4 Ausführungsformen
 - 2.4.1 Kopfgeometrie (head geometry)
 - 2.4.2 Geometrie der Schraubenspitze (point geometry)
- 2.5 Verbindungseigenschaften
 - 2.5.1 Allgemeine Übersicht
 - 2.5.2 Mechanische Belastungen einer Schraubverbindung
- 3 Konstruktionshinweise
 - 3.1 Darstellungen in technischen Zeichnungen
 - 3.2 Abmessungen und Bezeichnungen
 - 3.3 Konstruktive Gestaltung
 - 3.4 Fügbare Werkstoffe
- 3.5 Verbindungsvorbereitung
- 4 Montage
- 5 Verschraubungsgeräte
- 6 Qualitätssicherung
- 7 Reparatur
- 8 Arbeitssicherheit und Umweltschutz
- 9 Schrifttum

1 Zweck des Merkblattes

Dieses Merkblatt soll dem Anwender des Fügeverfahrens „Loch- und gewindeformende Verschraubungen“ Hinweise zur Technologie, zur Ausführung der Verbindungselemente, zur konstruktiven Gestaltung der Bauteile sowie zu den Verbindungseigenschaften geben.

2 Grundlagen

Beim Eindrehen einer Loch- und gewindeformenden Schraube wird ein Durchzug im Einschraubblech geformt, welcher eine Höhe bis zum Dreifachen der ursprünglichen Bauteildicke erreichen kann, was zu einer entsprechend größeren Anzahl der im Eingriff befindlichen Gewindegänge führt. Je nach Schraubenausführung wird mit oder ohne Vorloch sowie spanlos gearbeitet. Ein wiederholtes Lösen und Anziehen der Schraube ist möglich, ebenso die nachgängige Verwendung einer Schraube mit metrischem Regalgewinde.

Der resultierende Formschluss im selbstgeformten Muttergewinde bietet eine erhöhte Sicherheit gegen schrittweises Lösen der Schraubverbindung.

Die Verarbeitung erfolgt einseitig mit Schraubgeräten von Hand oder automatisch.

2.1 Definitionen

Gegenwärtig werden zwei grundlegende Prinzipien von Loch- und gewindeformenden Schrauben für Direktverschraubung in Bleche und Profile unterschieden. Es handelt sich dabei um fließlochformende und kaltformende Schrauben. Tabelle 1 stellt die Funktionsprinzipien gegenüber:

Tabelle 1. Funktionsprinzipien von Loch- und gewindeformenden Schrauben.

	Loch- und gewindeformende Schrauben (hole- and threadforming screws)	
Erzeugnis Blendurchzugs	Fließlochformend (flow drilling)	Kaltformend (cold forming)
Schraubenprinzip	a) System FLS	b) System KFS

a) Fließlochformende Schrauben (flow drilling screw) (FLS):
Die Verschraubung mit fließloch- und gewindeformenden Schrauben ist eine Direktverschraubung für dünnwandige metallische Werkstoffe, die auf der Kombination der Technologien des „Fließlochformens“ und des „Gewindeformens“ beruht. Hierbei wird der Durchzug im Blech mit Hilfe von Reibungswärme erzeugt.

b) Kaltformende Schrauben (cold forming screw) (KFS):
Bei kaltformenden Schrauben erfolgt das Einbringen des Durchzuges in das Blech über eine spezielle Schraubengeometrie auf kaltformendem Weg. Auch die Werkstoffumformung zur Bildung des Muttergewindes geschieht durch Kaltverformung.

2.2 Definition der Prozessparameter

Beim Verschrauben von Loch- und gewindeformenden Schrauben werden in Versuchen die notwendigen Prozessparameter ermittelt. In Bild 1 wird bei der Verschraubung 1 die Schraube bis zum Versagen des erzeugten Muttergewindes verschraubt. Dabei können die Prozessgrößen Eindrehmoment (M_d) und Überdrehmoment (M_U) ermittelt werden. Bei einer Verschraubung 2 wird der Verschraubungsvorgang vor Erreichen des vorgegebenen Anziehdrehmoments M_a beendet (siehe Abschnitt 3).

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird als wichtige Erkenntnisquelle zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, in wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (EFB) und des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

DVS/EFB-Gemeinschaftsausschuss „Mechanisches Fügen“

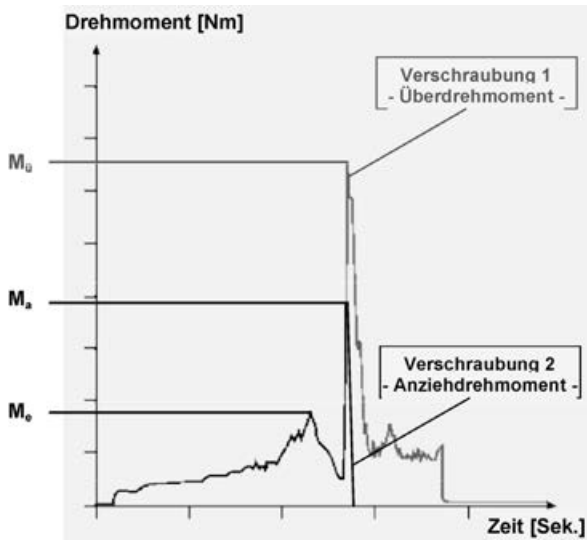


Bild 1. Prozessgrößen bei einer Verschraubung mittels loch- und gewindeformender Schraube.

M_e : Das Eindrehmoment ist eine Funktion aller Drehmomente die benötigt werden, um die Schraube loch- und gewindeformend in das Einschraubteil einzubringen:

$$M_e = f(M_{loch}; M_{form}; M_{reib})$$

M_{loch} = Drehmoment zu Ausformung des Durchzuges
 M_{form} = Drehmoment zum Formen des Muttergewindes
 M_{reib} = Reibmoment im Gewinde

M_b : Bruchdrehmoment der Schraube

M_u : Das Überdrehmoment (stripping torque) kennzeichnet den Wert, bei dem das geformte Muttergewinde zerstört wird.

M_a : Das Anziehdrehmoment (tightening torque) ist das Moment, mit dem die Schraubverbindung angezogen wird. Dies ist gleichzeitig das am Schraubgerät einzustellende Abschalt-drehmoment.

F_a : Axialvorschubkraft (axial force) ist die Kraft, welche mittels Hand bzw. Vorrichtung aufgebracht werden muss, um die Verbindung mit einer entsprechenden Drehzahl als Vorarbeiten der Schraube zu ermöglichen (Bild 2).

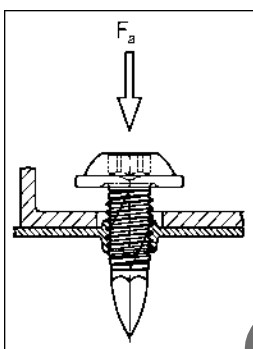


Bild 2. Darstellung der Prozessgröße Axialvorschubkraft F_a .

2.3 Funktionsprinzipien

2.3.1 Fließlochformende Schrauben (FLS) (flow drilling screw)

Fließlochformende Schrauben verfügen über eine gewindefreie, spezielle Spitzengeometrie, die es ermöglicht, ohne vorherige Vorlochung oder Ankörnung im Einschraubteil zu arbeiten. Über eine definierte Andrückkraft und hohe Drehzahl wird zwischen Schraubenspitze und Bauteilwerkstoff Reibungswärme erzeugt, die das Ein- und Durchdringen der Schraube in bzw. durch den

Einschraubteilwerkstoff ermöglicht. Dabei wird ein zylindrischer Durchzug geformt, in den dann die Schraube ein metrisches, lehrenhaltiges Muttergewinde formt. Beim weiteren Einschrauben kommt es zur Anlage des Schraubenkopfes auf dem Bauteil und die Schraube wird mit einem voreingestellten Anziehdrehmoment angezogen.

Das Funktionsprinzip einer Verschraubung mit fließlochformenden Schrauben ist in Bild 3 dargestellt.

1. Erwärmen der Einschraubstelle durch Reibung mittels Andrückkraft und hoher Drehzahl
2. Durchdringen des Werkstoffes mit der konischen Schraubenspitze
3. Spanloses Furchen eines metrischen lehrenhaltigen Muttergewindes
4. Anziehen der Schraube mit voreingestelltem Drehmoment



Bild 3. Schematische Darstellung des Setzvorganges einer FLS.

Der Drehmomentverlauf über Zeit oder Drehwinkel ist ein aussagekräftiges Beurteilungskriterium für die Qualität einer Schraubverbindung und wird zur Qualitätsüberwachung eingesetzt. Für eine Schraubverbindung ist in Bild 4 beispielhaft ein solcher Drehmomentverlauf über der Zeit dargestellt.

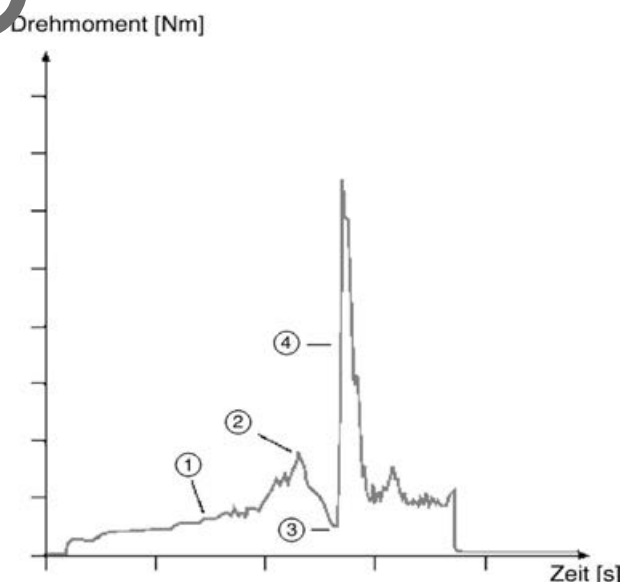


Bild 4. Darstellung eines typischen Schraubkurvenverlaufs einer FLS.

- ① Reibwärmern und Durchdringen des Bauteiles (M_{Loch})
- ② Ausformen und Furchen des Gewindes (M_{Form})
- ③ Durchschrauben (M_{Reib})
- ④ Anziehen der Schraube (M_a)