

# Vorabzug

## Einsatz der Schraubtechnik in der Automobilproduktion

### Einleitung

Erste Schraubverbindungen mit modernem Rechtsgewinde existieren schon seit dem 14. Jahrhundert. In den 30`er Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat das Deutsche Institut für Normung DIN Schraubverbindungen aufgenommen. Trotz der seitdem rasanten Entwicklung der Technik und des Einsatzes alternativer Fügeverfahren haben die Schraubverbindungen in der Industrie ihre Bedeutung nicht verloren. Im Gegenteil, immer kleinere und leichtere Schrauben sowie das Alleinstellungsmerkmal einfache Wiederlösbarkeit erhöhen den Stellenwert einer Schraubverbindung in der Verbindungstechnik.

### Schraubtechnik in der Automobilindustrie

Schraubverbindungen haben in der Automobilfertigung eine besondere Bedeutung. Ein Mittelklassefahrzeug hat ca. 250 sicherheitsrelevante Schraubverbindungen. Gestiegene Anforderungen sind hieraus abzuleiten, um diese und auch alle anderen Verschraubungen prozesssicher zu beherrschen. Im folgenden wird auf die sicherheitskritischen Schraubverbindungen in der Automobilmontage eingegangen. Beispiele hierzu sind:

- Räder, Achsen, Antrieb,
- Rückhaltesysteme und Sitze sowie
- Airbags und Cockpit.
- 

Wie diese Beispiele hier zeigen, können die Anforderungen an die Schraube und den Prozess sehr unterschiedlich sein. Die VDI-Richtlinie 2862 unterteilt die Schraubverbindungen in drei Kategorien:

# Vorabzug

<b>Kategorie A</b>	Mittelbare oder unmittelbare Gefahr für Leib und Leben
<b>Kategorie B</b>	Liegenbleiber
<b>Kategorie C</b>	Verärgerung des Kunden

Tabelle 1: Kategorien nach VDI-Richtlinie 2862

Außer dem Design sind die von der Konstruktion vorgegebenen Maße, Materialqualitäten sowie die Klemmkräfte das Entscheidende einer Verschraubung. Die Drehmomente variieren von einigen wenigen Newtonmetern für kleinere Halter und Scharniere bis zu mehreren Hundert Newtonmetern bei Motor- und Getriebeverbindungen oder dem Fahrwerk.

Der Kunde fordert am teuer gekauften Automobil in erster Linie die höchste Sicherheit. Zur Sicherstellung der hohen Qualitätsansprüche des Kunden und zur Beherrschung dieses Prozesses in der Serienproduktion erfordert es den Einsatz von präzise arbeitenden, ergonomischen und wartungsarmen Schraubwerkzeugen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Zugänglichkeit des Werkzeuges.

Die Qualitätsabteilungen fordern in der Endabnahme ein Nachweis u.a. über die korrekte Verschraubung von sicherheitsrelevanten Verbindungen. Um dem Genüge zu tragen, planen die Automobilhersteller in der Entstehungsphase geeignete Werkzeuge und intelligente Schraubtechnik, sog. elektronisch gesteuerten dokumentationsfähigen Schraubwerkzeugen, mit. Diese Systeme ermöglichen zusätzlich das Schraubergebnis überwachen.

## Unterschiedliche dokumentierfähige Schraubsysteme

Das Alleinstellungsmerkmal von elektronisch gesteuerten dokumentationsfähigen Schraubwerkzeugen ist die papierlose Erfassung der Qualitätsdaten. In Tabelle 2 sind die gebräuchlichsten Anwendungssysteme überwachter Schraubgeräte aufgeführt:

# Vorabzug

Technik	Besonderheiten	Drehmomentbereich	Hersteller (Auszug)
Impuls-Schrauber	kein Gegenhalter notwendig	mittel bis hoch	Yokota, Cooper
Elektro-Schrauber	breiter Anwendungsbereich	sehr niedrig bis sehr hoch	Ingersoll-Rand, AMT, Stanley, Bosch, Atlas Copco, Cooper
Hand-Schlüssel	leise, leicht	niedrig bis hoch	TBB, Schatz, GWK

Tabelle 2: Elektronisch überwachte Schraubsysteme

## Technik der überwachten Schraubsystemen

### Impuls-Schrauber

Es handelt sich hier um ein Handgerät, das pneumatisch angetrieben wird. Der Impulsschrauber ist schnell und arbeitet leiser und genauer als ein preisgünstigerer Schlagschrauber. Drehmomente über 15 Newtonmetern sind mit einem Pistolengerät, das mit einer Hand geführt werden kann, problemlos zu erledigen. Selbst



Drehmomente über 50 Newtonmetern können ohne zusätzliche Drehmomentabstützung gehandhabt werden. Das Drehmoment wird durch kurze Impulse erzeugt, wobei Öl durch eine regulierbare Engstelle gedrückt wird.



### Elektro-Schrauber

Einen wichtigen Stellenwert nimmt hier der in den letzten Jahren stark verbreitete elektronisch kommutierte Motor ein. Außer der Bezeichnung EC-Motor ist er auch unter bürstenloser Gleichstrommotor, Synchronservomotor, Drehstrommotor oder permanenterregter Synchronmotor zu finden. Das System einer Schraubspindel besteht aus EC-Motor mit Getriebe, integriertem Messwertgeber und Abtrieb. Solche überwachten und



# Vorabzug



dokumentationsfähigen Schraubsysteme decken hauptsächlich den Drehmomentbereich von 1 bis 2000 Nm ab. Sie kommen als handgehaltene, handgeführte oder in Automaten eingebaute Systeme zum Einsatz. Der Markt bietet auch kabellose EC-Schraubgeräte.

## Hand-Schlüssel

Dieser Drehmoment Messschlüssel ist ein manuelles Handwerkzeug. Geeignet ist er für das Nachziehen bereits vorangezogener und zum Prüfen von endangezogenen Schraubverbindungen. Ein elektronischer Messschlüssel ist in der Lage Drehmoment- und/oder Drehwinkel zu messen. Er erfasst die Beschleunigungen und Bewegungen des Messgerätes, um daraus den Drehwinkel zu errechnen. Messschlüssel werden auch als Funkschlüssel mit integriertem Akku angeboten, deren Signale kabellos übertragen werden können. In der Ergebnisauswertung ist der elektronische Messschlüssel den gesteuerten Schraubspindeln gleichwertig. Die hier erwähnten Systeme sind in der Lage, das Ergebnis der zu verschraubenden Verbindung anzuzeigen und zu speichern bzw. das Ergebnis zu dokumentieren.

## Schraubfallzuordnung

Das Erreichen einer Prozesssicherheit bedingt eine geeignete Schraubfallzuordnung, was nur mit einer eindeutigen Kopplung des Schraubergebnisses mit seiner Herkunft erreicht werden kann. Nur somit ist die Dokumentationspflicht vollstreckbar.

Die einfachste Zuordnung wird durch manuelles Kennzeichnen des Bedieners erreicht. Da hier der Mensch alleine reagiert, besteht somit ein erhebliches Fehlerrisiko.

Ein sehr hoher Grad an Sicherheit wird durch den permanenten Datenaustausch mit übergeordneten Datenerfassungssystemen geschaffen.

Für eine Schraubfallzuordnung ist zusätzlich ein Identifizierungssystem erforderlich, dass sowohl das Fahrzeug als auch dessen Schraubstellen eindeutig erkennt. Mit der Vereinigung des Schraubergebnisses zur fahrzeugbezogenen Schraubverbindung können diese Daten in eine gemeinsame Dokumentationsbank integriert und auf einem Datenserver abgespeichert werden. Diese Daten sind unter anderem auch für einen Nachweis im Falle einer Regressforderung des Kunden notwendig.

Über ein TCP/IP-Protokoll lässt sich via Internet praktisch von jedem Ort aus ein Schraubergebnis in Echtzeit kontrollieren. Montageabschnittübergreifende Vernetzung der Schraubsysteme mittels Ethernet ermöglicht damit eine schnelle Auswertung der Daten, um systematische oder zufällige Fehler rechtzeitig erkennen zu können.

# Vorabzug

Am Ende jedes Fertigungsabschnittes erkennt der Qualitätsregelkreis durch Tastendruck auf einem Monitor, ob alle Schraubverbindungen gemäß Qualitätsvorgaben ausgeführt worden sind, um den Nullfehler Prozess zu erreichen.

Das ist aber erst der erste Schritt zum papierlosen Erfassungsmanagement der Schraubdaten. Zukünftige Systeme werden so aufgebaut sein, dass unterschiedliche Varianten im Herstellprozess automatisch erkannt werden und sich selbst einstellen. Die irrtümliche Handhabung des Werkers wäre ausgeschlossen und die bisherige manuelle Qualitätsüberwachung im Montageprozess dann nicht mehr notwendig.

## Fazit

Die Bedeutung von Schraubverbindungen wird sich in Zukunft noch weiter erhöhen. Die Entscheidung zur richtigen Auswahl der Verschraubung und der dafür geeignetsten Montage- und Dokumentationsmittel wird damit wichtiger. In einem Gesamtkonzept sollte schon in der Konstruktionsphase des Produktes das zukünftige Verschraubungssystem in der Montageliniegestaltung mit eingeplant werden. Damit können Realisierungsprobleme wie erschwerte Zugänglichkeit, ergonomische Schwierigkeiten oder eine Kostenexplosion zum Erreichen der Dokumentationspflicht vermieden werden.

Wir, das Ingenieurbüro HANLI, haben uns darauf spezialisiert, Lösungen aus dem Bereich der anspruchsvollen Schraubtechnik zu erarbeiten. Wir sind Ansprechpartner für individuelle und herstellerunabhängige Konzepte und Realisierungen rund um den Montageprozess der Fertigung und das nicht nur in der Automobilindustrie. Wir betreuen Ihre Projekte von der Planungsphase bis hin zur Inbetriebnahme von kompletten Anlagen.

**Kontakt:** Ingenieurbüro HANLI  
Verdener Platz 2  
Jörg Bergmann  
30419 Hannover  
Tel: 049-511-2715588  
[info@hanli.de](mailto:info@hanli.de)  
[www.hanli.de](http://www.hanli.de)