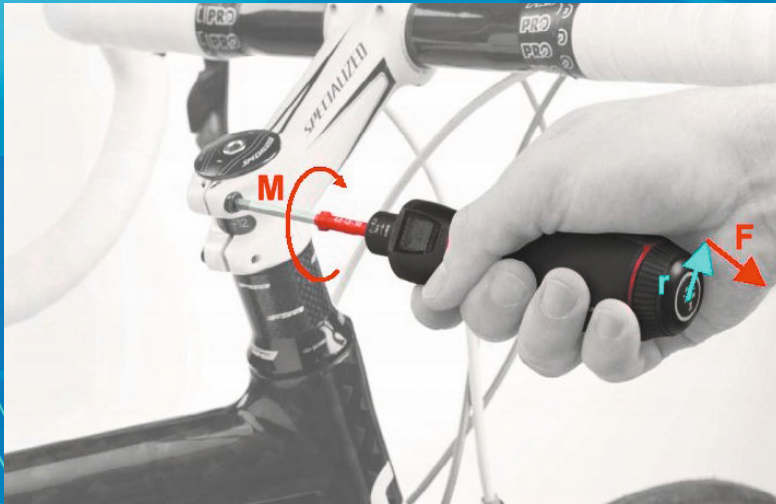




Drehmoment-Schraubendreher

Schrauben definiert festziehen



Bei Radmuttern an Autos ist sich jeder der Wichtigkeit des richtigen Drehmoments bewusst. Auch in vielen anderen Bereichen ist es wichtig, dass Schrauben weder zu lose noch zu fest angezogen werden. Im Folgenden werden Grundlagen, Anwendungsbereiche, Beispiele und Benutzung von Drehmoment-Schraubendrehern vorgestellt.



Grundlagen zum Drehmoment

Ein Hebel ist ein starrer Körper, der um seine Achse drehbar gelagert ist. Außerhalb seines Drehpunkts können Kräfte auf ihn wirken und Drehmomente erzeugen. Jeder kennt eine Kinderwippe auf einem Spielplatz. Wenn die Wippe zunächst leer ist und sich eine Person auf einen Sitz am Ende der Wippe (des Hebels) setzt, dann dreht sich die Wippe um ihre Achse, bis das Ende der Wippe den Boden erreicht. Die Kraft, die durch das Gewicht der Person (Gewichtskraft) auf den Hebel der Wippe ausgeübt wird, bewirkt eine Drehung des Hebels um seine Drehachse. Bei normaler Benutzung einer Wippe wirkt eine Gewichtskraft F_1 auf einer Seite des Hebels und erzeugt ein Drehmoment M_1 und eine andere Gewichtskraft F_2 wirkt auf der anderen Seite des Hebels und erzeugt ein Drehmoment M_2 in entgegengesetzter Richtung. Zwei gleich schwere Personen mit gleichem Abstand zum Drehpunkt üben das gleiche Drehmoment aus. Die Wippe ist im Gleichgewicht (Bild 1). Jeder weiß, dass diejenige Person die Wippe nach unten bewegt, die bei gleichem Abstand zum Drehpunkt schwerer ist oder die bei gleichem Gewicht weiter entfernt vom Drehpunkt sitzt. Die Formel für das Drehmoment M ist: Kraft F mal Hebelarmlänge r . Die Einheit des Drehmoments ist Newton mal Meter, kurz Nm. Im Gleichgewicht gilt: $M_1 = M_2$, also $F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$. Bei ungleich schweren Personen ist die Herstellung des Gleichgewichts möglich, indem die schwerere Person näher an der Drehachse sitzt als die leichtere Person (Bild 2). Beispielrechnung: Person 1 (50 kg $\approx$ 500 N, 2 m von Drehachse) erzeugt ein Drehmoment von 500 N $\cdot$ 2 m = 1000 Nm. Person 3 (70 kg $\approx$ 700 N, 1,43 m von Drehachse) erzeugt ein Drehmoment in entgegengesetzte Richtung von 700 N $\cdot$ 1,43 m = 1000 Nm. Bei ungleichem Drehmoment dreht sich die Wippe in die Richtung des größeren Drehmoments.

Wir fassen zusammen:

Das Drehmoment ist eine physikalische Größe und gibt an, wie stark eine Kraft auf einen drehbar gelagerten Körper wirkt. Entscheidend für die Kraft auf einen drehbaren Körper sind

- der Betrag der Kraft,
- die Richtung der Kraft,
- der Abstand der Wirkungsline der Kraft von der Drehachse.

Das Formelzeichen für das Drehmoment ist M . Die Einheit ist 1 Nm (Newtonmeter).

Mit dem Drehmoment gehen wir intuitiv auch bei Zangen, Nussknackern, Scheren, Schlüsseln, Türgriffen, Balkenwaagen, Stemmeisen usw. um.

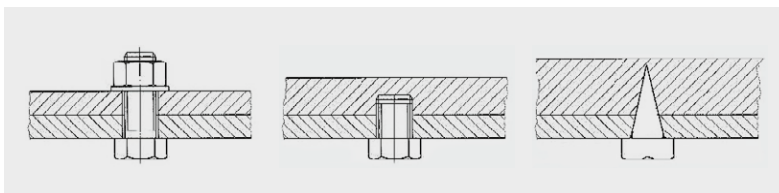


Bild 3: Schraubverbindungen, schematisch

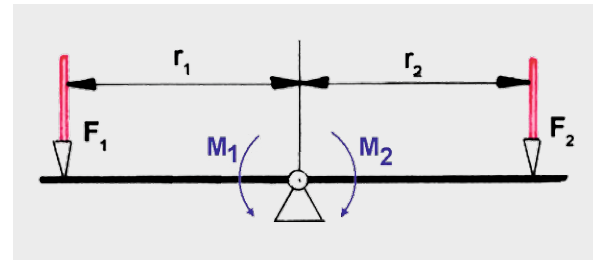


Bild 1: Wippe im Gleichgewicht

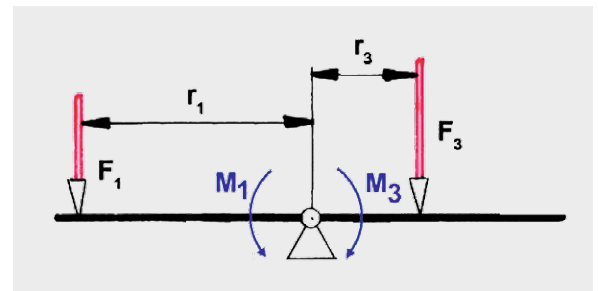


Bild 2: Wippe im Gleichgewicht

Wie halten Schrauben?

Sehr viele Alltags- und Industriegegenstände sind verschraubt – auch wenn es Verklebungen und andere Verbindungsmöglichkeiten gibt. Schraubverbindungen dienen dazu, Werkstücke miteinander zu verbinden. Schraubverbindungen haben eine hohe Temperaturfestigkeit und sind in der Regel lösbar. Eine Schraube ist ein Bolzen (meistens) aus Metall, der außen ein Gewinde hat, das in ein Gegengewinde in Form einer Mutter (Bild 3 links) oder in ein Gegengewinde im Gegenmaterial (Bild 3 Mitte) greift oder wie im Falle von konischen Holzschrauben in das Gegenstück aus Holz greift (Bild 3 rechts, schematisch). Bei einer Schraubverbindung wirkt eine Vielzahl von Kräften. Solange der Schraubenkopf bzw. die Mutter noch nicht aufliegt, arbeitet man mit der beim Einschrauben aufgebracht Kraft hauptsächlich gegen die Reibung zwischen Gewinde und umgebendem Material. Sobald der Schraubenkopf bzw. die Mutter aufliegt, gibt es auch eine Reibung zwischen der auf dem Material aufliegenden Fläche des Schraubenkopfs bzw. der Mutter. Zunehmend wird beim Festschrauben durch das aufgebrachte Anziehdrehmoment (reduziert um die Reibungswiderstände) infolge der Keilwirkung des Gewindes eine Längskraft erzeugt, die die Schraube etwas dehnt, wodurch eine Vorspannkraft entsteht und die zu verbindenden Tei-

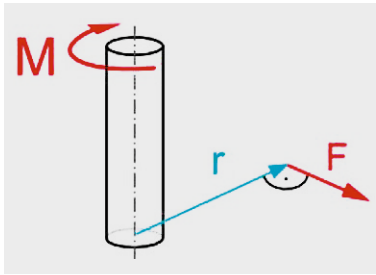


Bild 4: Drehmoment beim Eindrehen einer Schraube [2]

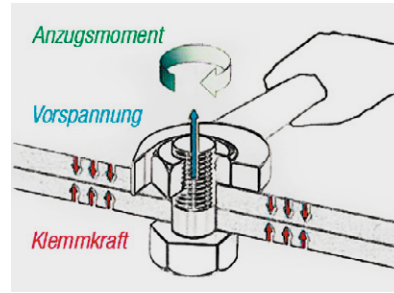


Bild 5: Schraubenschlüssel [3]

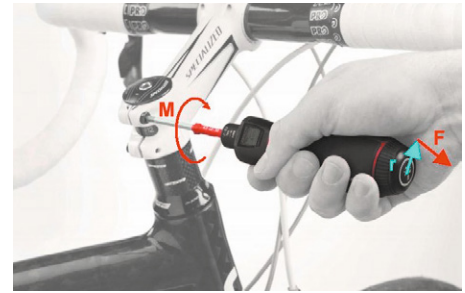


Bild 6: Schraubendreher

le aneinandergepresst werden. Die Vorspannkraft ist der Wert, der die Schraube quasi „halten“ lässt. Mit der Vorspannkraft wird die Schraube gedehnt und die Teile zusammengedrückt, und es entsteht eine Klemmkraft, die z. B. zwei Teile zusammenpresst. Dabei ist nicht nur das im Gewinde entstehende Moment aufzubringen, sondern es muss auch das Reibmoment an der Auflage des Schraubenkopfs bzw. der Schraubenmutter überwunden werden. Vom aufgebrachten Anziehdrehmoment wird nur ein kleiner Teil (10 %) in die axiale Montagevorspannkraft umgesetzt; der größte Anteil (90 %) wird für das Überwinden der Reibung gebraucht. Ohne Reibung wäre keine vorgespannte Schraubenverbindung möglich.

Ziel des Anziehens ist es immer, eine bestimmte Längskraft (Vorspannkraft) in der Schraube zu erzeugen. Wird über das für eine Schraubverbindung zulässige Drehmoment weiter Kraft aufgewendet, dann werden die verwendeten Materialien ungewollt zusammengepresst, die axiale Kraft in der Schraube wird zu hoch und lässt die Schraube abreißen, die Torsionskräfte (durch das Drehmoment) in der Schraube werden so hoch, dass die Schraube drehend zerstört wird oder das Gegengewinde (Mutter bzw. Material). Wenn es zwischen den verbundenen Teilen zu wenig Reibung gibt, dann können durch Verschiebungen zu hohe Scherkräfte/Querkräfte auf die Schraube ausgeübt und diese dadurch zerstört

werden. Im Fall einer zerstörten Schraube werden die Teile nicht mehr korrekt zusammengehalten. Wenn eine Schraube zu lose verschraubt ist, dann sind die Teile nicht korrekt verbunden, bewegen sich und lösen sich eventuell – besonders bei Vibrationen – komplett voneinander. Zu lockere Schrauben können sich lösen und verheerende Folgen haben, zu fest angezogene Schrauben können dem Material schaden (bei Kfz-Rädern z. B. Verziehen von Bremsscheiben, Quetschen der Felge) oder ein Reißen der Schraube bewirken.

„Nach Gefühl eindrehen“ reicht also nicht aus, damit eine Verbindung höchsten Beanspruchungen standhält. Schraubverbindungen müssen vom Hersteller berechnet werden und die daraus ermittelten empfohlenen bzw. vorgeschriebenen Drehmomente müssen unbedingt eingehalten werden.

Ausführliche Erläuterungen zu Schrauben findet man unter [1].

Anziehdrehmoment

Beim Eindrehen einer Schraube wird – meistens mithilfe eines Werkzeugs – in einem gewissen Abstand r von der Drehachse eine Kraft F aufgewendet, die ein Drehmoment M erzeugt (Bild 4). Durch das Gewinde der Schraube wird die Drehbewegung in eine Längsbewegung umgesetzt und die Schraube eingedreht. Oft werden Schrauben oder Schraubenmutter mit einem Schraubenschlüssel verschraubt, durch dessen Hebelarm viel Drehmoment bei relativ geringer Kraft erbracht werden kann (Bild 5). Ähnlich sieht es bei einer Knarre/Ratsche oder ähnlichen Werkzeugen aus. Alternativ werden Schrauben oft mithilfe eines Schraubendrehers verschraubt, bei dem die Länge des Hebels r dem Radius des Schraubendrehergriffs entspricht und die Kraft F durch die Handkraft am Griff auf das Werkzeug übertragen wird (Bild 6). Durch Drehen des

Normungsgremien: DIN – EN – ISO

DIN steht für „Deutsches Institut für Normung e.V.“, welches für eine Vereinheitlichung innerhalb Deutschlands bekannt ist.

EN ist die Abkürzung für „Europäische Normen“. Europäische Normen (EN) bezwecken die Harmonisierung technischer Regeln und Gesetze in dem seit 1.1.1995 realisierten gemeinsamen europäischen Binnenmarkt (EU/EWG).

ISO ist die Abkürzung für die 1956 gegründete „International Organization for Standardization“. Internationale Normen (ISO) dienen der weltweiten Vereinheitlichung und vereinfachen damit den Warenaustausch. Für den Bereich Elektrik und Elektronik gibt es auf internationaler Ebene die IEC = International Electrotechnical Commission (internationale elektrotechnische Kommission) und für den Bereich Telekommunikation die ITU =

International Telecommunication Union (internationale Fernmeldeunion).

Nach und nach wurden/werden immer mehr deutsche Normen durch europäische oder internationale Normen ersetzt, es gibt aber weiterhin deutsche Normen für Produkte, für die es keine europäischen oder internationalen Normen gibt. Normen werden regelmäßig überprüft und gegebenenfalls aktualisiert. Es wird dann die Jahreszahl nach einem Doppelpunkt an die Nummer angehängt. Beispiel: EN 50126:1999. Normalerweise sollten vorhandene ISO-Normen so weit wie möglich als EN-Normen unverändert übernommen werden. Europäische Normen sollen unverzüglich und unverändert als nationale Normen in den Mitgliedsländern übernommen und eingeführt werden. Die nationale Norm wird üblicherweise durch Voranstellen der nationalen Abkürzung vor die europäische bzw. internationale Norm bezeichnet.

Beispiel: DIN EN ISO 2338:1998 oder entsprechend statt DIN in der Schweiz SN (Schweizerische Normenvereinigung) bzw. in Österreich ÖNORM (Austrian Standard Institute). Beispiel: ÖNORM EN ISO 9001:2000

ASME = American Society of Mechanical Engineers



Schraubendreher wird mittels eines passenden Schraubvorsatzes/Bits ein Drehmoment M auf die Schraube übertragen. Der eingesetzte Hebel ist bei einem Schraubendreher kürzer als bei einem Schraubenschlüssel oder ähnlichen Werkzeugen; die Kraft kann beim Schraubendreher sehr gut dosiert werden.

Anwendungsfälle

Nach [4] können, wenn von den Geräteherstellern keine Anzugsdrehmomente vorgegeben werden, in Anlehnung an EN 60947-1, DIN 43673-1 oder DIN 46200 (vgl. Wissen) Werte gemäß Tabelle 1 verwendet werden. Aber Achtung! Es gibt auch Tabellen mit anderen Standardwerten, z. B. [5]. Daher sind IMMER die Werte einzuhalten, die vom Hersteller des jeweiligen Geräts vorgegeben werden!

Tabelle 1	Anzugsdrehmomente für Befestigungsschrauben			
	Anschlussgewinde	Messing	Stahl 8.8	Edelstahl
	M5	2 Nm	2,5 Nm	3 Nm
	M6	3 Nm	4,5 Nm	5,5 Nm
	M8	6 Nm	10 Nm	15 Nm
	M10	10 Nm	20 Nm	30 Nm
	M12	14 Nm	40 Nm	60 Nm
	M14	19 Nm	80 Nm	120 Nm
	M16	25 Nm		
	M20	36 Nm		
	M24	50 Nm		

Die Zahl 8.8 bei Stahl kennzeichnet dabei die sogenannte Festigkeitsklasse des Schraubenmaterials. Eine Liste mit Festigkeitsklassen gemäß DIN EN ISO 898 findet man in Tabelle 1 auf Seite 2 in [6].

Am bekanntesten ist das Thema Drehmoment wohl in Bezug auf die Radmutter beim Pkw. Bei normalen Pkw liegt der empfohlene Wert im Bereich von 80 bis 160 Nm, bei Vans und Kleintransportern durchaus um die 200 Nm. Einen Anhaltspunkt geben Tabellen im Internet (z. B. [7], einen kleinen Auszug zeigt Tabelle 2). Maßgebend ist auf jeden Fall die Empfehlung des Herstellers im Handbuch des Fahrzeugs.

Bei Fahrrädern, besonders bei teuren, z. T. mit Carboneilen gebauten, ist es wichtig, Schrauben mit dem richtigen Drehmoment anzuziehen. Auch hierfür findet man Standardwerte (z. B. unter [8],

Tabelle 2	Beispiele für Drehmomente bei Pkw [7]	
	Pkw-Modell	Drehmoment für Radmuttern
	Audi (fast alle Modelle)	120 Nm (manche Modelle 140 Nm)
	BMW	110–140 Nm, je nach Modell
	Fiat Bravo/Brava/Panda/Cinquecento/Uno	90 Nm
	Fiat Punto	110 Nm
	Ford Fiesta/KA/Cougar	100 Nm
	Ford Escort/Mondeo/C-Max	110 Nm
	Ford Transit	120 Nm
	Ford Galaxy/S-Max	160 Nm
	Honda	110 Nm
	Smart	110 Nm
	Mercedes-Benz	110–160 Nm, je nach Modell
	Mitsubishi	Pajero: 130 Nm, sonst: 110 Nm
	Volvo	100 (S/V40) bis 140 Nm (S80 etc.)
	VW	110 (Caddy, Polo) bis 180 Nm (Bus T5, Touareg)

Tabelle 3), die aber wiederum eher als Beispiele zu verstehen sind.

Besonders die sicherheitsrelevanten Bauteile wie z. B. Lenker- und Vorbauschrauben, Kurbelschrauben, Federelement- und Federgabelverschraubungen, Schrauben an Sattel, Sattelstütze und Bremsen sind mit dem vom Hersteller empfohlenen Drehmoment anzuschrauben.

Tabelle 3	Drehmomente Fahrräder, Beispiele [8]	
	Bauteil	Anzugsdrehmoment
	Vorbau Ahead-Klemmung	17–20 Nm
	Vorbau Lenkerklemmung	11–30 Nm
	Sattelstütze, Klemmung	8,5–11,5 Nm
	Sattelklemmung, einfach	14–34 Nm
	Sattelklemmung, doppelt	8–14 Nm
	V-Brake, Sockel (Innensechskant 5)	5–7 Nm
	V-Brake, Bremsschuh (Innensechskant 5)	6–8 Nm
	Tretlager, Konus (SW 36, 40)	60–70 Nm
	Tretlager, Cartridge (Spezialwerkzeug)	50–70 Nm
	Kurbelschraube (Innensechskant 8 oder Spezial)	35–50 Nm
	Schalt-/Bremshebel, Schelle (Kreuzschlitz)	2,5–3 Nm

Auch im Bereich der Computer/Smartphones gibt es Empfehlungen, die wiederum nur Orientierungswerte darstellen (Tabelle 4).

Tabelle 4	Computer/Smartphones, Beispiele [9]	
	Bauteil	Anzugsdrehmoment
	Slotblenden M3	0,6 Nm
	Mainboard Abstandshalter M3	0,6 Nm
	Mainboard Befestigungsschrauben M3	0,5 Nm
	HDD Fixierschraube M3	0,3–0,35 Nm
	Laptop M2	0,15–0,2 Nm
	Laptop M2,5	0,2–0,25 Nm
	Smartphone M1	0,06 Nm

Die bisher angegebenen Drehmomentwerte sollen ein Gefühl für die Größenordnungen gängiger Drehmomentbereiche geben. Im konkreten Einsatz sind immer die Angaben des jeweiligen Herstellers zu befolgen. Man findet die Herstellerangaben immer in den jeweiligen Produkthandbüchern (Bild 7 zeigt exemplarisch eine Darstellung für ein Lenovo-Thinkpad X1 Carbon [10]; Torque = Drehmoment) oder praktischerweise direkt am jeweiligen Gerät wie in Bild 8 für einen Schaltschrank. Derartige Angaben der Hersteller sind unbedingt zu berücksichtigen.

Drehmoment-Werkzeuge

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, das korrekte, vom Hersteller vorgeschriebene Drehmoment zu gewährleisten, um Schäden vorzubeugen (Bild 9). Zunächst gibt es Werkzeuge, die das wirksame Drehmoment lediglich anzeigen. Das klassische mechanische anzeigende Werkzeug (Beam-Typ) besteht aus einer

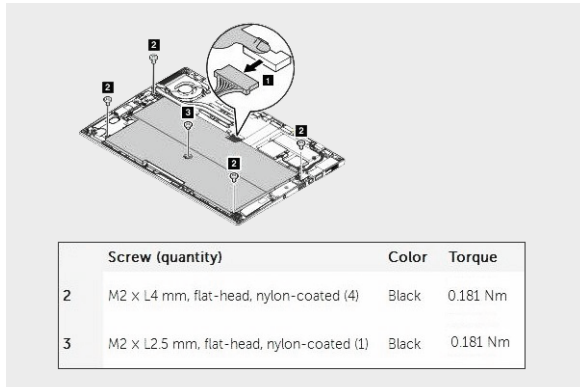


Bild 7: Anzugsdrehmoment beim Lenovo X1 Carbon



Bild 8: Anzugsdrehmoment bei Schaltschrank

starrten und einer biegsamen Metallstange, bei dem je nach Verbiegung der biegsamen Stange an einer Skala das wirksame Drehmoment angezeigt wird. Es gibt auch Werkzeuge, bei denen durch eine Reihe von Leuchtdioden oder auf einem Display die (mithilfe von Dehnungsmessstreifen ermittelte) Stärke des wirkenden Drehmoments angezeigt wird. Anzeigende Drehmoment-Werkzeuge haben den großen Nachteil, dass der Anwender schnell und richtig reagieren muss, damit das erzeugte Drehmoment nicht zu hoch wird. Sicherer ist die Verwendung von auslösenden Drehmoment-Werkzeugen, bei denen ein Sollwert für das Drehmoment vorgegeben ist und bei weiterer Kraftanwendung durch das Werkzeug verhindert wird, dass ein höheres Drehmoment erzeugt wird. Auslösende Drehmoment-Werkzeuge rutschen oder „knacken“ durch, wenn das vorgegebene Drehmoment erreicht ist und geben dem Anwender dabei ein deutlich hör- und spürbares Feedback. Es gibt auslösende Drehmoment-Werkzeuge mit fest eingestelltem Soll-Drehmoment und es gibt welche, bei denen das Soll-Drehmoment in einem gewissen Bereich vom Benutzer eingestellt werden kann. Fest eingestellte Drehmomente sind bei Werkzeugen in der industriellen Fertigung sehr sinnvoll; dort kommt es auf eine sehr hohe, dokumentierte Genauigkeit und Wiederholgenauigkeit an. Im Werkstatt- und Servicebereich sind Drehmoment-Werkzeuge mit einstellbarem, variablem Soll-Drehmoment sehr nützlich, da nicht für jede Schraubverbindung ein dediziertes Drehmoment-Werkzeug vorgehalten werden muss. Durch variabel einstellbare Soll-Drehmomente und individuell nutzbare Schraubvorsätze (Bits) erhält man die maximale Flexibilität.

Drehmoment-Werkzeuge unterliegen der Norm EN ISO 6789. Bild 9 zeigt in blauer Schrift Drehmoment-Schraubendreher des Herstellers Wiha für die beiden auslösenden Kategorien. Wie man in dem Bild sieht, reicht die Palette der von Wiha angebotenen auslösenden Drehmoment-Schraubendreher von Schrau-

bendrehern mit fest eingestelltem Soll-Drehmoment über mechanisch einstellbare Schraubendreher bis hin zu Drehmoment-Schraubendrehern, deren Soll-Drehmoment sich ohne ein spezielles Tool einstellen lässt.

Das passende Drehmoment-Werkzeug

Je nach Einsatzgebiet wählt man das adäquate Drehmoment-Werkzeug. Im Kfz-Bereich sind Drehmomentschlüssel mit einem einstellbaren Drehmomentbereich von 40 bis 200 Nm (Best.-Nr. CR-12 70 69) ideal. Für feinere Arbeiten eignet sich ein Drehmomentschlüssel, der einen Bereich von 1 bis 25 Nm abdeckt (Best.-Nr. CR-12 58 28). Im Elektro- und Elektronikbereich sind Drehmoment-Bithalter von Wiha ideal, da sie perfekt auf die Anforderungen in diesen Bereichen abgestimmt sind. Das 13-teilige Wiha-Drehmoment-Schraubendreher-Set (Bild 10, Best.-Nr. CR-12 77 94) enthält einen hochwertigen VDE-Drehmoment-Schraubendreher, ein Einstellwerkzeug, mit dem das Soll-Drehmoment im Bereich von 0,8 bis 5,0 Nm eingestellt werden kann, einen separaten festen Bithalter sowie neun sinnvoll zusammengestellte Schraubvorsätze. Die Drehmoment-Schraubendreher von Wiha aus der VDE-Serie sind VDE- und GS-geprüft und damit speziell für den Elektro- und Elektronikbereich gefertigt. Sie sind zum kontrollierten Verschrauben im Bereich von spannungsführenden Teilen bis 1000 Vac bzw. 1500 Vdc geeignet.

Es wird eine 100%ige Sicherheit beim kontrollierten Verschrauben nach Vorgabe des Herstellers typgeprüfter Schaltgeräte laut EN 60439-1 gewährleistet. Beim 13-teiligen Set (Best.-Nr. CR-12 77 94) sind folgende Bits enthalten: Schlitz 3,0/4,0/5,5, Phillips PH1/PH2, Pozidriv PZ1/PZ2, Plus-Minus-Klemmschrauber (Schlitz/Pozidriv) SL/PZ1 und SL/PZ2. Beim 18-teiligen Set (Best.-Nr. CR-12 77 24) sind vor allem zusätzlich TORX-Bits T10/T15/T20/T25 enthalten. Die Bits sind mit einer Schutzisolation versehen und besonders schlank ausgeführt. Dadurch können tief liegende Schraub- und Federelemente erreicht und betätigt werden. Beide Sets werden in einer praktischen Aufbewahrungstasche geliefert.

Benutzung

Die Drehmoment-Schraubendreher-Sets bestehen jeweils aus mehreren Teilen. Bild 11 zeigt von oben nach unten den eigentlichen Drehmoment-Griff, den Bithalter, das Einstellwerkzeug – den sogenannten Torque-Setter – und exemplarisch zwei Bits. Zum (stufenlosen) Einstellen des Soll-Drehmoments wird der Torque-Setter (schwarzer Griff) in das Drehmoment-Werkzeug (rot-gelber Griff) eingeführt und gedreht, bis im kleinen Sichtfenster des Drehmoment-Werkzeugs der gewünschte Wert zu lesen ist. Es sind Drehmomente im Bereich von 0,8 bis 5 Nm einstellbar. Dann wird statt des Torque-Setters der (lange, schlanke) Bithalter eingesetzt, in den wiederum das benötigte Bit eingesetzt wird (Bild 12). Damit ist das Werkzeug für die Benutzung vorbereitet.

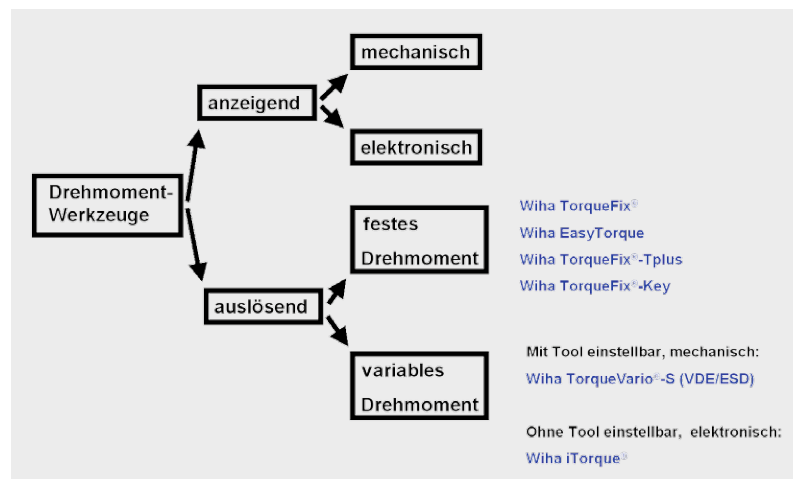


Bild 9: Arten von Drehmoment-Werkzeugen



Zum Schrauben wird der Drehmoment-Schraubendreher wie ein normaler Schraubendreher benutzt. Sobald das eingestellte Soll-Drehmoment erreicht ist, dreht das Werkzeug hör- und spürbar knackend durch und überträgt kein weiteres Drehmoment auf die Schraube. Dadurch ist gewährleistet, dass exakt das eingestellte Drehmoment zum Verschrauben verwendet wird, die Herstellerempfehlungen genauestens eingehalten und dadurch Schäden vermieden werden.

Für Arbeiten an elektrostatisch empfindlichen Geräten gibt es einen ESD-Drehmomentsatz in einer stabilen Metallbox mit 10 Bits (Best.-Nr. CR-12 77 67), bei dem der Griff aus elektrostatisch ableitendem Kunststoff besteht. Die Bedienung ist ebenso wie oben beschrieben.

Fazit

Das Festziehen von Schrauben erfolgt durch die Wirkung eines Drehmoments, das durch Krafteinwirkung auf ein Werkzeug erzeugt wird. Für eine sichere Schraubverbindung ist es entscheidend, dass die Schraube weder zu lose noch zu fest angezogen wird. Hersteller geben dafür ein empfohlenes bzw. vorgeschriebenes Drehmoment für jede Schraubverbindung an, welches durch den Einsatz eines Drehmoment-Schraubendrehers sehr genau eingehalten werden kann und dadurch technische und rechtliche Probleme z. B. bei Arbeiten an Schaltschränken oder elektrischen Verteilern vermeiden hilft.

Die Wiha-Sets mit Drehmoment-Schraubendrehern und einer breiten Palette an Bits bieten eine professionelle Lösung in verschiedenen Bereichen. Die VDE-Version bietet Sicherheit im Bereich spannungsführender Teile bis 1000 VAC bzw. 1500 VDC, die ESD-Version ermöglicht das sichere Arbeiten an Geräten, die empfindlich gegenüber elektrostatischen Entladungen sind, und die schmalen Bits (Slimbits) machen das Erreichen tief liegender Schraub- oder Federelemente möglich. Ein durchdachtes Klicksystem am Bithalter hält die schlanken Bits je nach Einstellung (lock/unlock) komplett fest bzw. gibt sie wieder frei. Der Bithalter selbst wird sicher im Griff gehalten. Die breiten, ergonomischen Griffe liegen sehr gut und sicher in der Hand und ermöglichen eine sehr gute und gefühlvolle Kraftübertragung.

Das Erreichen des Soll-Drehmoments wird durch ein gut spür- und hörbares Klicksignal signalisiert, und durch die Begrenzung des Drehmoments auf den eingestellten Soll-Wert wird die Verschraubung optimal und sicher ausgeführt. Die Werkzeuge sind gemäß den Normen IEC 60900:2012, EN ISO 6789, BS EN 26789, ASME B107.14M gefertigt.



Bild 10: Drehmoment-Schraubendreher-Set mit 13 Teilen



Bild 11: Drehmoment-Schraubendreher Wiha TorqueVario-S, Bithalter, Einstellwerkzeug, Slimbits



Bild 12: Drehmoment-Schraubendreher mit Bits

Insgesamt sind Drehmoment-Schraubendreher im professionellen und im semiprofessionellen Bereich für ein korrektes Arbeiten unverzichtbar. **ELV**

Empfohlene Produkte

	Best.-Nr.	Preis
Starter-Set Wiha slimTorque mit Drehmoment-VDE-Bithalter, 18-tlg.	CR-12 77 24	€ 169,95
Starter-Set Wiha slimTorque mit Drehmoment-VDE-Bithalter, 13-tlg.	CR-12 77 94	€ 159,95
Drehmomentschlüssel Wera Serie 7000 mit Umschaltknarre	CR-12 58 28	€ 104,95

Preisstellung
Dezember 2017 –
aktuelle Preise im
ELV Shop



Weitere Infos:

- [1] Schrauben: www.lehre.dhbw-stuttgart.de/~reichle/2.%20Semester/Skripte/I_%20Schraubenverbindungen.pdf
- [2] Drehmoment an Bolzen: www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/kinetik/292-hebelgesetz
- [3] Schraubenschlüssel: www.zemo-tools.de/index.php?sprache=de&rubrik=4&code=22
- [4] Standard-Drehmomente: www.einsaware.com/pdf/x-Technische%20Informationen.pdf
- [5] Standard-Drehmomente: www.zemo-tools.de/index.php?sprache=de&rubrik=4&code=26
- [6] Festigkeitsklassen: www.wuerth.de/web/media/downloads/pdf/meinwuerth_1/ihrebranche_1/nfz/dino/dino.pdf
- [7] Drehmomente bei Kfz-Rädern: www.reifen24.de/info/Drehmoment-Tabelle.html
- [8] Beispiel-Drehmomente bei Fahrrädern: www.fa-technik.adfc.de/Werkstatt/Drehmoment/www.drehmomentschluesseltests.de/ratgeber/drehmomente-fahrrad/
- [9] Drehmomente im PC-/Smartphone-Bereich: www.voodooalert.de/board/index.php?page=Thread&threadID=22715
- [10] Drehmoment-Beispiel Lenovo-Thinkpad: <https://support.lenovo.com/de/de/solutions/pd030267>