

5

Auswahl der Anziehwerkzeuge

5-1. Ablaufdiagramm der Werkzeugwahl

Ablaufdiagramm der Werkzeugwahl — **68**

5-2. Auswahl eines Drehmoment-Handwerkzeugs

(1) Auswahlprozess ————— **70**

(2) Auswahl von Werkzeugen nach Einsatzbereich ————— **71**

(3) Optimale Kapazität ————— **71**

5-3. Auswahl von elektrischen und pneumatischen Drehmomentwerkzeugen

(1) Auswahlprozess ————— **72**

(2) Anziehzeiten der Werkzeuge — **72**

5-4. Kriterien für die Auswahl von Anziehwerkzeugen

Kriterien für die Auswahl von Anziehwerkzeugen — **73**

Anzugs-Kontrollsystem

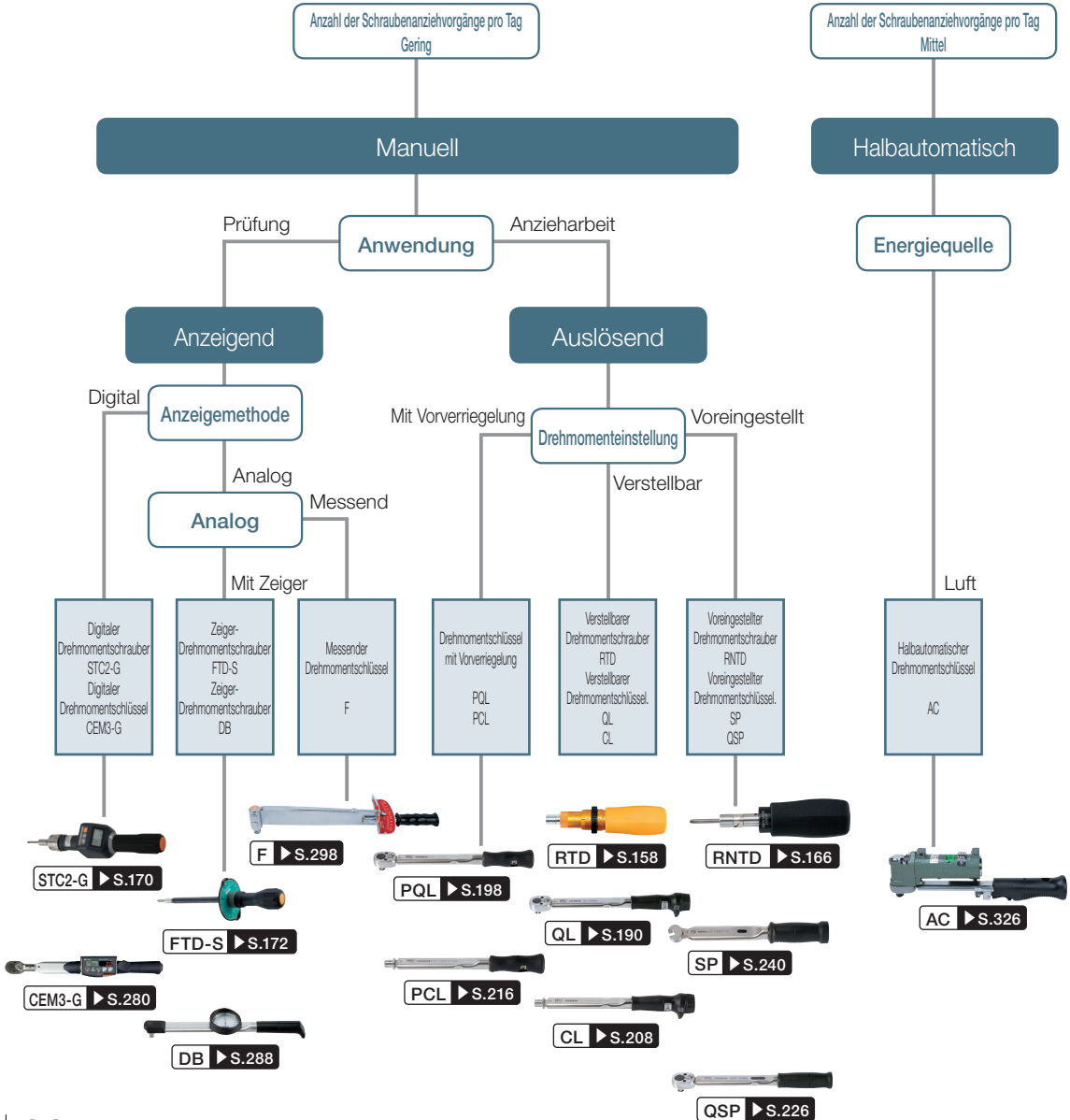
Beim Anziehdrehmoment ist es notwendig, die Genauigkeit der Anzugskontrolle nach der Wichtigkeit der Anziehposition zu bestimmen und die erforderlichen Drehmomentwerkzeuge auszuwählen und zu kontrollieren.

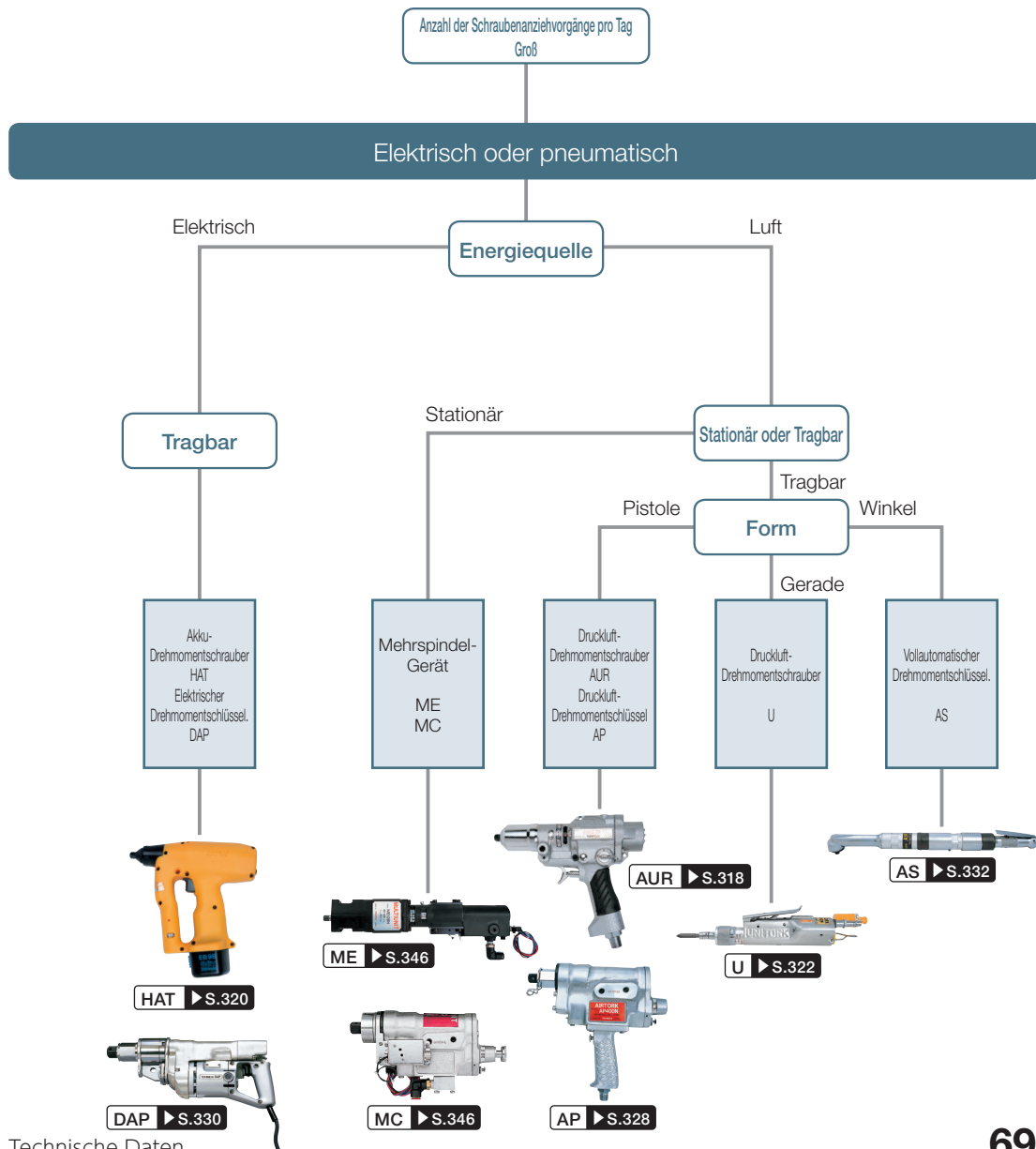
Tabelle 5-1. Schraubenanzugs-Kontrollsystem

Klasse	Kontrollsystem	Anziehtoleranz	Anwendung	Anwendungsbeispiel	Anziehwerkzeug	Anziehwerkzeug-Kontrolle	Drehmoment-Sicherungssystem
A	Standard	$\pm 30\%$	Schraubverbindung zum Einsatz bei der Befestigung von Teilen, die keinen äußeren Kräften ausgesetzt sind	<ul style="list-style-type: none"> Schrauben an statischen Bauteilen Schrauben zur Befestigung von Abdeckungen (nicht luftdicht) 	Auswahl nach Modell und Kapazität. (Keine Drehmomentregelung)	Periodische Höchstleistungsmessung.	Periodische Prüfung per Nachziehmethode. ($\alpha = 1,05$)
B	Individuell	$\pm 20\%$	Schraubverbindung mit hoher Sicherheitsspanne was die Befestigung, Luftdichtheit und Widerstandsfähigkeit gegen Kraftereinwirkung von außen betrifft	<ul style="list-style-type: none"> Schrauben an dynamischen Bauteilen. (Schraubenfestigkeitsklasse nicht festgelegt) Schrauben für Niederdruck-Abdichtungen. 	Anziehvorrichtung mit Drehmomentregelung. (Indirekte Steuerung)	Periodische Anziehdrehmomentmessung.	Tägliche Prüfung per Nachziehmethode. (α : gemessene Werte)
C	Individuell	$\pm 10\%$	Schraubverbindung mit geringer Sicherheitsspanne was die Befestigung, Luftdichtheit und Widerstandsfähigkeit gegen Kraftereinwirkung von außen betrifft	<ul style="list-style-type: none"> Schrauben an dynamischen Bauteilen. (Schraubenfestigkeitsklasse festgelegt) Schrauben für Hochdruck-Abdichtungen. 	Anziehvorrichtung mit Drehmomentregelung. (Direkte Steuerung)	Periodische Anziehdrehmomentmessung. Tägliche Anziehdrehmomentprüfung.	Tägliche Prüfung per Nachziehmethode. Tägliche Prüfung der Anziehvorrichtung.
D	Individuell	$\pm 5\%$ (Winkelmethode)	Schraubverbindung, speziell entwickelt für Befestigung, Luftdichtheit und Widerstandsfähigkeit gegen Kraftereinwirkung von außen	<ul style="list-style-type: none"> Hauptschraube der Pleuelstange des Motors. Hochdruckhydraulikgeräte 	Schlagschrauber mit Drehmomentregelung. (mit Überwachungswinkel)	Periodische Anziehdrehmomentmessung. Tägliche Anziehdrehmomentprüfung.	Überwachung. Tägliche Prüfung der Anziehvorrichtung.

5-1

Ablaufdiagramm der Werkzeugwahl





5-2

Auswahl eines Drehmoment-Handwerkzeugs

(1) Auswahlprozess

Auswahl eines Drehmoment-Handwerkzeugs

Typ	Aufbau	Haupteinsatzbereiche	Typvergleich					Modell	
			Drehmomentmessung	Anziehen zu verschiedenen Zwecken	Kontinuierliches Anziehen derselben Schraube	Genauigkeit	Einfache Bedienung	Drehmomentschlüssel	Drehmomentschrauber
Anzeigend	Messend	Der Ausschlag der Biegestabfeder ist direkt auf der Skala ablesbar	○	○	×	○	△	<ul style="list-style-type: none"> ● F S.298 SF S.298 QF S.302 QFR S.302 CF S.304 	
	Mit Zeiger	Die Drehung des durch den Zeiger vergrößerten Drehstabs ist ablesbar	●	○	×	●	●	<ul style="list-style-type: none"> ● DB S.288 DBE S.290 T S.296 	(ATG) S.380 MTD S.176 FTD-S S.172
	Digital	Die digitale Anzeige des Ergebnisses des Dehnungsmessstreifens	●	△	×	●	●	CEM3-G S.280	STC2-G S.170
Auslösend	Verstellbar	Wenn das Drehmoment den voreingestellten Wert erreicht, ist ein Klicken hörbar und ein Stoß spürbar	×	○	○	○	●	<ul style="list-style-type: none"> ● QL S.190 QLE2 S.194 ● CL S.208 CLE2 S.212 PQL S.198 TIQL S.224 TIQLE S.224 	<ul style="list-style-type: none"> ● LTD S.160 MTD S.176
	Voreingestellt	Wenn das Drehmoment den durch den Prüfer eingestellten Wert erreicht, ist ein Klicken hörbar und ein Stoß spürbar	×	×	●	○	●	SP S.240 RSP S.242 QSP S.226 CSP S.230 BCSP S.234 BCSP S.236	NTD S.168
Mit Drehrutschkupplung	Verstellbar	Sobald das eingestellte Drehmoment erreicht ist, wird bei diesem Modell auch bei Anwendung weiterer Kraft kein weiteres Drehmoment ausgeübt und so ein Überdrehmoment verhindert.	×	○	○	○	●		RTD S.158 AMRD S.162 BMRD S.162
	Voreingestellt	Sobald das eingestellte Drehmoment erreicht ist, wird bei diesem Modell auch bei Anwendung weiterer Kraft kein weiteres Drehmoment ausgeübt und so ein Überdrehmoment verhindert.	×	×	●	△ (○)	●	QSPCA S.228	RNTD S.166

Mit "●" gekennzeichnete Werkzeuge sind Standard-Drehmomentschlüssel oder häufig genutzte Schraubendreher.

(2) Auswahl von Werkzeugen nach Einsatzbereich

Tabelle 5-3. Auswahl von Werkzeugen nach Einsatzgebiet

Artikel Anwendung	Handwerkzeuge	
	Drehmomentschraubendreher	Drehmomentschlüssel
Allgemeiner Gebrauch	RTD, LTD, AMLD, BMLD	QL, QLE, CL, CLE
Massenfertigung	RNTD, NTD	SP, QSP, (PQL), CSP, BQSP
Fehlervermeidungssystem	RTDLS, LTDLS	QLLS, PQLLS, QSPLS, SPLS, MPQL, FH256MC, QSPCAL, FHSL
Prüfung	MTD, FTD-S, STC2-G	DB, CDB-S, T, SF, F, CF, QF, CEM3-G
Halbautomatisch	–	A, AC
Überwachungssystem	STC2-G-BT	Sonderanfertigungen: mit Sensor CEM3-G-BT Drehmomentschlüssel mit Anzeige

(3) Optimale Kapazität

Tabelle 5-4. Optimale Kapazität

Anziehdrehmoment	Optimaler Einsatzbereich (Im Vergleich zu maximaler Kapazität)	Hinweis
Unter 200 [N·m]	40 ~ 90%	Kann bei max. Kapazität verwendet werden, wenn eine tägliche Stückzahl von 100 nicht überschritten wird
Über 200 [N·m]	40 ~ 70%	

Hinweis: Beim Bediener kann es zu Ermüdungserscheinungen kommen, wenn der Schlüssel mit nahezu maximaler Kapazität verwendet wird. Zudem wird der Schlüssel unnötig schwer, wenn er in niedrigen Drehmomentbereichen verwendet wird.
Die optimale Kapazität ist eine Nutzung bei ca. 70% der maximalen Kapazität.

Beispiel: Wenn QL200N4 und das Einstellmoment $T = 80$ [N·m], dann gilt

$$P \text{ (Handkraft)} = \frac{\text{Einstellmoment}}{\text{Nutzlänge}} = \frac{80}{400 \div 1000} = 200 \text{ [N]}$$

Tabelle 5-5. Anziehdrehmoment: 80 [N·m]

*Informationen zur Nutzlänge der QL-Modelle finden Sie auf S.196

Eignung	Zu verwendender Drehmomentschlüssel	Masse	Handkraft	Ergebnis
△	QL200N4	1,40 [kg]	200 [N]	Schwer
○	QL140N	0,78 [kg]	250 [N]	Gut
△	QL100N4	0,68 [kg]	308 [N]	Große Handkraft erforderlich
◎	TiLQL180N	1,00 [kg]	160 [N]	Leicht, geringe Handkraft

5-3

Auswahl von elektrischen und pneumatischen Drehmomentwerkzeugen

(1) Auswahlprozess

- ① **Energie** (Druckluft, elektrisch, hydraulisch)
- ② **Form** (tragbar, stationär, Aufsatzform, Reaktionskraftunterstützung)
- ③ **Kapazität** (Anziehdrehmomentwert, Anziehgenauigkeit)
- ④ **Anziehzeit** (Drehungen)

Tabelle 5-6. Auswahl von elektrischen und pneumatischen Drehmomentwerkzeugen

	Luft			Elektrisch	
	Tragbar		Stationär	Tragbar	
	Ohne Reaktion	Mit Reaktion		Ohne Reaktion	Mit Reaktion
Aufbau	Automatische Abschaltung durch Kippmechanismus. Angetrieben durch Druckluftmotor	Mit Drehmomentstütze zur Absorbierung der Reaktionskraft während des Anziehvorgangs. Automatische Abschaltung durch Kippmechanismus	In Automatikgeräte eingebaut. Automatische Abschaltung durch Kippmechanismus. Anziehvorgangs-Abschluss durch LS	Automatische Abschaltung durch Kippmechanismus. Angetrieben durch Elektromotor	Mit Stütze zur Absorbierung der Reaktionskraft während des Anziehvorgangs
Haupt Einsatzbereiche	Allgemeines Anziehen kleiner Schrauben	Anziehen mittelgroßer und großer Schrauben	Automatisches Anziehen vieler Elemente oder Mehrachsanziehvorgänge	Allgemeines Anziehen kleiner Schrauben	Anziehen mittelgroßer und großer Schrauben
Typvergleich	Kleine Schrauben	⊙	×	○	×
	Mittelgroße Schrauben	△	○	⊙	○
	Große Schrauben	×	⊙	⊙	⊙
	Allgemeine Anziehvorgänge zu verschiedenen Zwecken	○	○	×	○
	Anziehen identischer Schrauben in großer Zahl	△	△	⊙	△
	Drehung (automatische Geschwindigkeitsänderung)	⊙	○	⊙ (○)	○
	Gewicht	⊙	○	○	○
	Geräuschpegel	○	△	○ (△)	⊙
	Genauigkeit	○	○	○ (⊙)	○
	Betrieb	○	○	⊙	○
Modell	U, AUR, AS	AP	MG, MF, ME, MC	HAT	DAP

(2) Anziehzeiten der Werkzeuge

Tabelle 5-7. Anziehzeit verschiedener Werkzeuge [Sek. / Stück]

Schraube, Anziehdrehmoment	Schraubverbindung		Manuell		Elektrisch/Pneumatisch	Elektrisch/Pneumatisch + Manuell		
	Anzahl der Gewindegänge	Gleichzeitiges Anziehen [Stück]	Anzeigend (DB50N)	Auslösend (QL50N)	Vollautomatisch, Direktsteuerung (ASH40N)	Schlagschrauber + auslösend (QL50N)	Halbautomatisch (Druckluftmotor + Auslösevorrichtung im Hauptteil) (AC50N) (AC100N)	
M8 (P1,25) T= 22 [N·m] (e= 10)	10	1	9,6	8,0	3,2	5,4	4,0	3,5
	10	4	7,2	6,5	1,9	3,0	2,3	2,3
	16	1	14,6	12,6	4,6	7,3	6,7	5,6
	16	4	12,5	10,6	2,5	4,0	4,0	3,6

In den Prüfbedingungen wird die Schraube in die Gewindebohrung eingeführt und das Werkzeug auf dem Tisch platziert. Das Zeitintervall wird vom Beginn des Anziehvorgangs bis zu dessen Abschluss und dem erneuten Ablegen des Werkzeugs auf dem Tisch gemessen. Bei Handwerkzeugen kann die Schraube mit den Fingern angezogen werden.

5-4

Kriterien für die Auswahl von Anziehungswerkzeugen

Tabelle 5-8. Kriterien für die Auswahl von Anziehungswerkzeugen

I. Schraubverbindung	Bezeichnung	
Anzahl, Wichtigkeitsgrad		●Wichtige Schraube ●Gewöhnliche Schraube
Schraubenspezifikationen	●Nominell ()	Festigkeitsklasse
	●Aufsatzform () ●Anzahl der Anzugsgewinde ()	Schraubengewinde (P=)
Festigkeitsgrenze	●Schraube / Mutter ●Anzahl der angezogenen Schrauben	(Tmax=)
Anziehdrehmoment		()N·m
Toleranz	●Klasse, ± () % ●T= () ~ ()	
Unterlegscheibe	●Keine/ Unterlegscheibe, Federscheibe	(Stark, Normal)
Oberflächenbehandlung	●Keine / Parkerisieren / Beschichten (Zn, Cr,)	
Schmierung	●Keine / Maschinenöl / Öl auf Wachsbasis, Molybdänsulfid	
Anzahl der angezogenen Schrauben	●() Stück/Tag	(Zeitlimit Sek/Stück, Kein)
Anzahl der gleichzeitig angezogenen Schrauben	●() Stück	
Verbindungskoeffizient	●Hart / Durchschnittlich / Weich (e=)	
Raum für Anziehvorgang	●Steckschlüssel	Verwendbar / Nicht verwendbar
	●Auf der Schraube () mm ●Um die Schraube herum () mm ●Ausschlag () ●Gesamtlänge () mm	
Anziehrichtung	●Von oben / Von der Seite / Von unten	
II. Anziehungswerkzeug	Typ	●Manuell / Elektrisch/Pneumatisch / Manuell + Elektrisch/Pneumatisch
Manuell	Modell	●Auslösend / Anzeigend / Verstellbar, Voreingestellt
Aufsatztyp		●Vierkantantrieb / Maulschlüsselaufsatz / Ringaufsatz / Fester Ratschenaufsatz / Austauschbarer Aufsatz
Kapazität (Benutzerfreundlichkeit)	●T () ●Gewicht () kg ●Gesamtlänge () mm ●Handkraft () N	
Energie	Energiequelle	●Druckluft Druck () Mpa oder darüber ●Elektrisch () V ●Hydraulisch
Typ		●Tragbar / Stationär ●Einachsige / Mehrachsige
Anzahl der Drehungen	() U/min (bei)	
Drehmoment-Regelverfahren	●Direkte Steuerung (Einteilungen Keine / unterteilt) ●Indirekte Steuerung ●Maximale Kapazität ●Keine Steuerung	
Kapazität, Form	●T () ●Gerade / Pistole / Winkel	
Anziehungswerkzeug	Typ	
Für den Anziehvorgang erforderliche Zeit	●() Sek/Stück	
Kosten des Anziehvorgangs	●() \$/Stück	
Zubehör	●Steckschlüssel (×) ●Bit	
	●Schlauchdurchmesser ()	