

Die Behandlung von „Automated Valve Assemblies“ als „Engineered Products“

ANDREAS VOGT

Was bedeutet die Umsetzung der Recommended Practice S2812-X-19 bzw. der ISO/TC 153 N 425, ISO/NP 5115 in der Praxis für die verschiedenen beteiligten Gruppen wie Armaturen- und Antriebshersteller, Integratoren und Endanwender von automatisierten Ventilbaugruppen.

Im Juni 2019 wurde die „Recommended Practice S2812-X-19“ (im folgenden RP genannt) von der WIB auf der Valve World Americas Conference in Houston veröffentlicht [1]. Die RP trägt den Titel „Actuated Valve Assembly - A Recommended Practice for Part turn Automated On-Off valves“ und befasst sich mit dem Thema (einschließlich der Definition der Rahmenbedingungen) der Dimensionierung und Auswahl und der mechanischen Integrität der in der Industrie am häufigsten verwendeten automatisierten Ventilbaugruppen.

NEUES MODUL FÜR CONVAL

Da F.I.R.S.T. die Entwicklung der RP sowohl grundsätzlich als auch mit funktionalen Prototypen umfassend unterstützt hat, liegt es natürlich nahe, dass in Kürze ein Modul in CONVAL[®] verfügbar sein wird, dass die RP umfassend abbildet. Die International Standards Organisation (ISO) hat die RP aufgegriffen, um einen Entwurf zu erstellen, anzunehmen und eine ISO-Norm auf der Basis der RP zu veröffentlichen [2]. Die ISO geht an dieser Stelle mit der Berücksichtigung elektrischer Stellantriebe sogar noch einen Schritt weiter als die RP, die sich auf pneumatische (und im weiteren Sinne auch hydraulische Antriebe) beschränkt hat.

Einen Grundlagenartikel zu diesem Thema wurde bereits in der IndustrialValves, Ausgabe 2018/2019 veröffentlicht. Die Gesamtausgabe ist unter www.industriearmaturen.de/ kostenfrei downloadbar, sodass an dieser Stelle nicht mehr auf alle Details eingegangen wird, sondern es nur noch einmal einen Überblick gibt. Dabei wird der Fokus auf die Anforderungen bei der Umsetzung der RP in die Pra-

xis liegen, und zwar aus den verschiedenen Blickwinkeln: dem der Hersteller der Armaturen, der Antriebe, möglicher Integratoren wie auch dem der Endanwender.

DIE RICHTIGE AUSLEGUNG VON STELLANTRIEBEN

Würde man die Ziele der RP in wenigen Sätzen zusammenfassen, so könnte man es wie folgt beschreiben: „Wenn Sie Dreharmaturen als Absperrarmaturen automatisieren, müssen Sie den richtigen Stellantrieb für das erforderliche Drehmoment finden, welches aus den Daten der Armatur und der Anwendung abgeleitet wird.“

- Einerseits sollte dieser Antrieb genug Drehmoment und eine angemessene Sicherheitsmarge haben, um das Ventil unter allen zu erwartenden Bedingungen sicher zu betreiben.
- Andererseits sollte er nicht überdimensioniert sein, und das nicht allein aus Kostengründen. Er darf nicht so ausgelegt sein, dass das freigesetzte Drehmoment möglicherweise Ventil, Sitz oder Schaft beschädigt.
- Bei der Auslegung sollen alle bekannten Daten und Rahmenbedingungen der verwendeten Geräte und der Anwendung selbst berücksichtigt werden.
- Die getroffene Auswahl sollte umfassend, vollständig und einheitlich dokumentiert sein, so dass diese jederzeit nachvollziehbar ist.

Führt man sich die RP zu Gemüte wird schnell klar, dass der beschriebene Ansatz an sich absolut Sinn macht, aber sofort viele weitere Fragen und Anforderung an

9	Environmental conditions	corrosive					End user
Application							
	Requested acting mode	Spring return					End user
10	Valve fail safe action	Fail close					End user
11	Travel time	open/close	10,0	5,0	s	End user	
12	Response time	open/close	20,0	8,0	s	End user	
13	Air supply pressure	min/max	4,0	10,0	bar(g)	End user	
Process							
14	Medium	hydrocarbon + tar					End user
15	State / phase						End user
16	Mass flow rate	100.000,0 kg/h					End user
17	Volume flow rate	125,0 m ³ /h					End user
18	Density	900,0 kg/m ³					End user
19	1,3 Long standstill time	11,0 month(s)					End user (1)
20	1,4 Non-clean service	Yes					End user (1)
	Slurries	No					End user (1)
	Crystallizing or polymerizing media	No					End user (1)
	Lubricating liquid	No					End user (1)
	Sticky, non-lubricating liquid	No					End user (1)
	Non-lubricating dry gas	No					End user (1)
23	Fluid operation temp.	min/max	t1,min	10,0	40,0	°C	End user (1)
24	Max. shut off pressure (valve closed)	Δp		80,0		bar	End user
25	Design pressure	28,987 bar(g)					End user
Valve							
27	Valve manufacturer	Sern					End user
28	Valve series	Full port, class 150					End user
29	Valve type	Ball valve					End user
30	Valve design	Trunnion mounted					End user
31	Port type	Full port					End user
32	Flow direction						End user
33	Seat sealing type	Soft seated					End user
34	Seat material						End user
35	Seating method	Position seated					End user
36	Pressure rating	Class 150					End user
37	Tightness rate/class						End user
38	Selected valve size	10"					End user
40	1,4 Break to open torque	net/ODCF corr.	BTO	1.105,0	1.547,0	Nm	Valve mfr
41	Breakaway angle	θ		10,0		°	Valve mfr
42	1,4 Run to open torque	net/ODCF corr.	RTO	635,0	889,0	Nm	Valve mfr
43	1,4 End to open torque	net/ODCF corr.	ETO	695,0	973,0	Nm	Valve mfr
44	1,82 Break to close torque	net/ODCF corr.	BTC	695,0	1.264,9	Nm	Valve mfr
45	1,4 Run to close torque	net/ODCF corr.	RTC	635,0	889,0	Nm	Valve mfr
47	1,4 End to close torque	net/ODCF corr.	ETC	885,0	1.239,0	Nm	Valve mfr
48	Max. allowable stem torque	MAST		5.466,0		Nm	Valve mfr
49	Max. flange torque	f,max		4.000,0		Nm	Valve mfr
50	Stem / top works dimensions provided	No					Valve mfr
Mounting kit							
51	Material						Mounting Kit mfr
53	Max. allowable coupling torque	MAST,c				Nm	Mounting Kit mfr
54	MK mechanical integrity checked and documented	No					Mounting Kit mfr

Bild 1: „Automated Valve Data Sheet“, Auszug

die beteiligten Gruppen stellt. Diese habe ich im Vortragsprogramm der DIAM 2020 schon einmal umrissen [3]. Dabei darf man nicht vergessen, dass die RP klar aus der Sicht und getrieben von den Nöten der Endanwender in der Prozessindustrie entstanden ist. Zur Umsetzung ist aber eine tiefgehende Akzeptanz, Transparenz und Offenheit bei den Herstellern der Antriebe und speziell Armaturen erforderlich.

AUTOMATISIERTE ARMATUREN UND ENGINEERTE PRODUKTE

Doch erst einmal zur Frage „Warum das alles?“. Kurz gesagt, weil heute automatisierte Armaturen nicht als „Engineered Product“ behandelt werden. Sicherheits-, Anwendungs- und mögliche weitere Zuschläge bleiben unklar und die Beschaffung von Armatur, Kupplung und Antrieb liegt oft in verschiedenen Händen. Dadurch fehlt die Betrachtung

Maximum Allowable Stem Torque (MAST)

Table B - Analytical calculations based on Roark formulas

Stem	Unit	316/316L A479 S31600/ S31603	17-4PH A564 H1150D S17400	Alloy C22 B574 N06022	Alloy 20 B473 N08020	Monel 400 A164 N04400	Duplex A479 S31803	Super Duplex A479 S32750	254 SMO A479 S31254	Titanium Gr.2 B348 R50400	Inconel 718 B637 N07718
½"	Nm	9.90	29.02	12.98	8.20	8.20	15.37	17.59	10.41	9.39	35.34
	inch*lbs	87.64	256.89	114.84	72.53	72.53	136.00	155.64	92.18	83.11	312.80
1"	Nm	22.63	66.34	29.66	18.73	18.73	35.12	40.20	23.80	21.46	80.78
	inch*lbs	200.33	587.17	262.50	165.79	165.79	310.86	355.76	210.69	189.97	714.97
1½"	Nm	39.61	116.10	51.90	32.78	32.78	61.46	70.34	41.66	37.56	141.37
	inch*lbs	350.58	1027.55	459.38	290.13	290.13	544.00	622.57	368.71	332.44	1251.19
2½"	Nm	137.22	402.20	179.80	113.56	113.56	212.93	243.68	144.32	130.12	489.73
	inch*lbs	1214.50	3559.73	1591.41	1005.10	1005.10	1884.56	2156.78	1277.31	1151.68	4334.49
3"	Nm	230.59	675.85	302.15	190.83	190.83	357.80	409.49	242.51	218.66	822.95
	inch*lbs	2040.85	5981.81	2674.22	1688.98	1688.98	3166.84	3624.27	2146.41	1935.29	7283.74
3" DD	Nm	202.29	592.93	265.07	167.41	167.41	313.90	359.24	212.76	191.83	721.98
	inch*lbs	1790.44	5247.85	2346.10	1481.75	1481.75	2778.27	3179.58	1883.05	1697.83	6390.03
6"	Nm	792.20	2321.95	1038.05	655.61	655.61	1229.27	1406.83	833.17	751.22	2827.32
	inch*lbs	7011.52	20551.01	9187.51	5802.64	5802.64	10879.95	12451.49	7374.19	6648.86	25023.88

Bild 2: MAST (Maximum Allowable Stem Torque)

als Baugruppe und Verantwortlichkeiten bleiben oft unklar. Deshalb legt die RP die Verantwortlichkeiten für die erforderlichen Daten klar fest und hält diese auch in der Dokumentation, dem „Automated Valve Data Sheet“, fest.

Dort ist in der rechten Spalte klar ausgewiesen, wer die Daten zu verantworten hat (**Bild 1**). Auf der Anwender-Seite (End user) findet sich nichts Überraschendes, die Daten lassen sich alle von der Ver-

Modellnummer	Maximales Drehmoment Nm	3 BAR ASYMMETRISCH					
		Abtriebsdrehmoment (Nm)					
		BTO	RTO	ETO	BTC	RTC	ETC
*****	9.000	2.327	908	1.289	1.229	895	2.528
*****	9.000	3.304	1.290	1.830	1.754	1.278	3.607
*****	9.000	4.730	1.847	2.620	2.513	1.830	5.167
*****	9.000	6.269	2.448	3.472	3.340	2.433	6.867
*****	9.000	8.030	3.135	4.448	4.286	3.122	8.812
*****	18.000	5.637	2.229	3.122	2.995	2.238	6.157
*****	18.000	7.471	2.955	4.138	3.980	2.974	8.183
*****	18.000	9.570	3.785	5.300	5.107	3.816	10.502
*****	18.000	11.896	4.705	6.589	6.357	4.750	13.071
*****	18.000	14.441	5.665	7.921	7.664	5.625	15.794
*****	32.000	9.808	3.830	5.433	5.212	3.797	10.715
*****	32.000	12.564	4.906	6.960	6.677	4.864	13.728
*****	32.000	15.618	6.098	8.651	8.319	6.060	17.102
*****	32.000	19.069	7.446	10.563	10.173	7.410	20.914
*****	32.000	22.877	8.933	12.672	12.219	8.901	25.121
*****	32.000	27.046	10.561	14.982	14.459	10.533	29.725

Bild 3: Verschiedene Drehmomente

fahrentechnik und dem Ventilhersteller ermitteln. Will man nun aber einen passenden Antrieb wählen, sind eine Menge mehr Informationen über das Ventil, den Montagesatz und den potenziellen Antrieb erforderlich. Im Idealfall, wie er in CONVAL® auch umgesetzt ist, spezifiziert man die Anforderungen des Prozesses, ergänzt diese um Informationen über Einflüsse, die die Drehmomentanforderung weiter beeinflussen könnten (Medienbeschaffenheit, lange Stillstandszeiten, etc.), wählt eine Armatur aus der Datenbank und kann nach Eingabe eines Sicherheitsfaktors für die Auslegung die den passenden Antrieb wählen.

Dieser Idealfall setzt aber voraus, dass Ventil- und Antriebshersteller die Kenndaten ihrer Geräte ermittelt und veröffentlicht haben und diese auch in der Datenbank hinterlegt sind. Wobei natürlich die manuelle Eingabe immer eine Option ist, solange die Daten eben vorliegen.

Auf Seite der Antriebe ist dies Standard, meist sind die Daten über Drehmomente, Flanschformen nach ISO 5211 etc. vollständig veröffentlicht [4]. Selbst wenn diese noch nicht erfasst worden sein sollten, ist die Eingabe mit wenigen Werten, direkt aus der Dokumentation entnommen, schnell erledigt.

Bei den Armaturen sieht es aus verschiedensten Gründen anders aus. Dinge wie der MAST (Maximum Allowable Stem Torque) sind je nach Spindelwerkstoff (Beispiel Bild 2) noch auffindbar, da diese vom Hersteller leicht zu berechnen sind [5]. Die RP erwartet für die Berechnung des erforderlichen Drehmoments der Armatur weiterhin jedoch sechs verschiedene Drehmomente (wie in Bild 3 beispielhaft dargestellt), passend zum Differenzdruck, einen Losbrechwinkel sowie Korrekturfaktoren für Applikationseinflüssen, die diese Drehmomente beeinflussen können.

NACHHOLBEDARF AN TECHNISCHEN DATEN

Manchmal findet man aber auch nur als einzige Angabe das maximale Drehmoment. Es gibt dann zwar Faustregeln (je Ventilbauart) wie z. B. BTO, ETC = 100 %, RTO, RTC = 40 % - 50 %, ETO, BTC = 70 %, diese sollte man aber mit Vorsicht genießen. Konform zur RP bzw. dem kommenden ISO-Standard ist das Vorgehen nicht.

Corrections factors - special application

Emergency shut-down (ESD) service	1.8
IEC 61508 SIL complaint installation	1.8
Cryogenic applications (below -60 °C)	1.5
Valves operated less than once a day	1.5
Control valves	1.5

Corrections factors - Media

Gas, dirty (natural gas)	1.5
Gas, dry	1.3
Chlorine	1.5
Viscous slurry (cp>100)	2.0
Oil, thermal oil, lubricant	0.8

Bild 4: Verschiedene Korrektur-Faktoren

In der Praxis findet man leider aber kaum offizielle, vollständig dokumentierte Drehmomente, so dass hier noch erheblicher Nachholbedarf auf Seiten der Armaturenersteller zu sein scheint.

Bei den Korrekturfaktoren für die Anwendungsbedingungen (ODCF in der RP) sieht es ähnlich aus. Einige Hersteller geben Faktoren für verschiedene Situationen an (Beispiel Bild 4), die sich aber nicht unbedingt mit der Systematik der Faktoren der RP decken und schon gar nicht definieren, wie vorgegangen werden soll, wenn mehrere Faktoren

Korrekturfaktoren für besondere Anforderungen (ODCF)

Hier können Sie die Standardwerte für die Korrekturfaktoren für besondere Anwendungen (ODCF) festlegen. Die Standardwerte werden verwendet, wenn für das gewählte Ventil keine ODCF-Werte vorliegen. In der aktuellen CONVAL β-Version werden diese Werte noch nicht mit der Berechnung gespeichert.

Langzeitstillstand

1. Faktor Langzeitstillstand	1,3	1. Schwelle	1	Monat(e)
2. Faktor Langzeitstillstand	1,5	2. Schwelle	12	Monat(e)

Medium

Faktor min. Temperatur	1,3	Min. Temperatur	-150	°C
Faktor max. Temperatur	1,3	Max. Temperatur	500	°C

Nicht reiner Betrieb

Nicht reiner Betrieb	1,4	Nicht schmierendes Trockengas	1,3
Klebrige, nicht schmierende Flüssigkeit	1,4	Suspensionen / Schlämme	1,5
Schmierendes Medium	0,8	Kristallisation oder Polymerisation	1,6

Berechnungsmethode (Medium): Summe

Berechnungsmethode (kombiniert): Produkt

Erweiterte Einstellungen...

Standard OK Abbrechen

Bild 5: Korrektur-Faktoren für besondere Anforderungen

ODCF - Zuordnung zu Drehmomenten

Hier können Sie wählen, welche Drehmomente von den einzelnen Faktoren beeinflusst werden. Dabei wird zwischen nur bei Feder schließt (FC), nur bei Feder öffnet (FO) oder unabhängig von der Betriebsart (FC/FO) unterschieden.

	BTO	RTO	ETO	BTC	RTC	ETC
Typ : Langer Stillstand						
Lange Stillstandszeit	FO	-	-	FC	-	-
Typ : Mediumeneigenschaft						
Nicht reiner Betrieb	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Schmierendes Medium	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Suspensionen / Schlämme	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Klebrige, nicht schmierende Flüssigkeit	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Kristallisation oder Polymerisation	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Nicht schmierendes Trockengas	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Typ : Mediumtemperatur						
Min. temperature	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO
Max. Temperatur	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO	FC/FO

Standard OK Abbrechen

Bild 6: Zuordnung zu Drehmomenten

Antriebsauswahl

Favoriten Empfehlung Aktueller Antrieb Kein Filter Kennlinien ODCF-Einstellungen...

Die Auswahl ist auf geeignete Antriebe gefiltert (44)

Ansicht gruppiert nach Hersteller Kombinierte Ansicht

Hersteller	Baureihe	Modell	SI	Masse	Vol.	p,min	p,max	Typ
Bray	S98 SR	73E2-12-1 S	0,10	224,0	14,8	4,14	9,58 SY	Symm.
Rotork	GP SR	GP-0655-385A/C3	0,10			4,0	6,0 SY	Symm.
Bray	S98 SR	73E2-12-1 C	0,11	224,0	14,8	4,14	8,27 SY	Canted
Velan ABV	PS	PS1/S-A/150/X3	0,13			3,5	6,0 SY	Symm.
Limitorque	LPS SR	20A-335X-FX2-2	0,14	320,0	20,0	4,0	11,3 SY	Symm.
Ledeon	SR	S:s006-0032-10a	0,14			4,0	7,0 SY	Symm.
Bray	S98 SR	45E2-14-4 S	0,14	199,0	16,7	4,14	6,14 SY	Symm.
Pfeiffer	BR 31a - SRP	05000:5-6	0,15	198,0	40,0	5,0	8,0 R&P	
Air Torque	PT	PT800 S 11	0,15	198,0	40,0	5,0	8,0 R&P	
Air Torque	PT	PT800 S 10	0,15	192,0	40,0	4,5	8,0 R&P	
Pfeiffer	BR 31a - SRP	05000:5-5	0,15	192,0	40,0	4,5	8,0 R&P	
Ledeon	SR	S:s008-0033-2a	0,15			4,0	7,0 SY	Symm.
Pfeiffer	BR 31a - SRP	05000:4-5	0,16	187,0	40,0	4,0	8,0 R&P	
Air Torque	PT	PT800 S 09	0,16	187,0	40,0	4,0	8,0 R&P	
Limitorque	LPS SR	25A-300X-FX1-2	0,17	383,0	19,8	5,0	12,0 SY	Symm.
Limitorque	LPS SR	20A-360X-FX2-3	0,20	354,0	23,1	4,5	10,2 SY	Symm.

Antrieb

Sicherheitsfaktor SSF Versorgungsluftdruck p,min p,max bar(g)

Sicherheitsreserven Drehmomente [Nm]

	Ventil zu	Im Betrieb	Ventil auf	Losbrechwinkel
Federmomente	43 %	32 %	92 %	20 %
Luftmomente	49 %	24 %	70 %	23 %
Max. Momente	MAST 31 %	Flansch 6 %		

Filter

Geforderte Betriebsart

Scotch-Yoke

Luftdrehmomente filtern

Flanschmomente berücksichtigen

Hilfe Ok Abbrechen Übernehmen

Bild 7: Einfache Antriebsauswahl

zusammen kommen; addieren, größter, multiplizieren?

Die RP sieht für jeden Hersteller und jede Armaturenbaureihe vor, diese Faktoren und den Umgang mit ihnen individuell zu konfigurieren. Dies betrifft die Faktoren und deren Einsatzgrenzen (Bild 5) genauso wie die Frage, auf welches Drehmoment der Faktor überhaupt angewendet werden soll (Bild 6). So wird z. B. standardmäßig (Empfehlung der RP) der Faktor für lange Stillstandzeiten bei der Sicherheitsfunktion „Feder schließt“ nur auf den BTC angewendet, bei „Feder öffnet“ nur auf den BTO.

Im Falle von Serienarmaturen (größerer Stückzahl/Jahr) besteht eine Chance, diese Daten vom Hersteller zu erhalten, bei sogenannten „one of a kind“, also einzigartigen, speziell für den vorliegenden Anwendungsfall konstruierten Armaturen ist der Aufwand, die Daten zu ermitteln jedoch enorm hoch. Hier bringt den Anwender nur eine intensive Zusammenarbeit mit dem Hersteller weiter.

RP-KONFORME ANTRIEBSAUSWAHL IST MÖGLICH

Die beschriebene Situation macht sehr deutlich, wie detailliert eine Ermittlung der benötigten Drehmomente zum sicheren Betätigen der Armatur in der RP umgesetzt ist, und bald auch von der ISO gefordert wird. Man erkennt, welche Hürden noch genommen werden müssen, bis ein Endanwender - oder wer auch immer - den passenden Antrieb für eine Armatur findet, und zwar konform zur RP bzw. ISO.

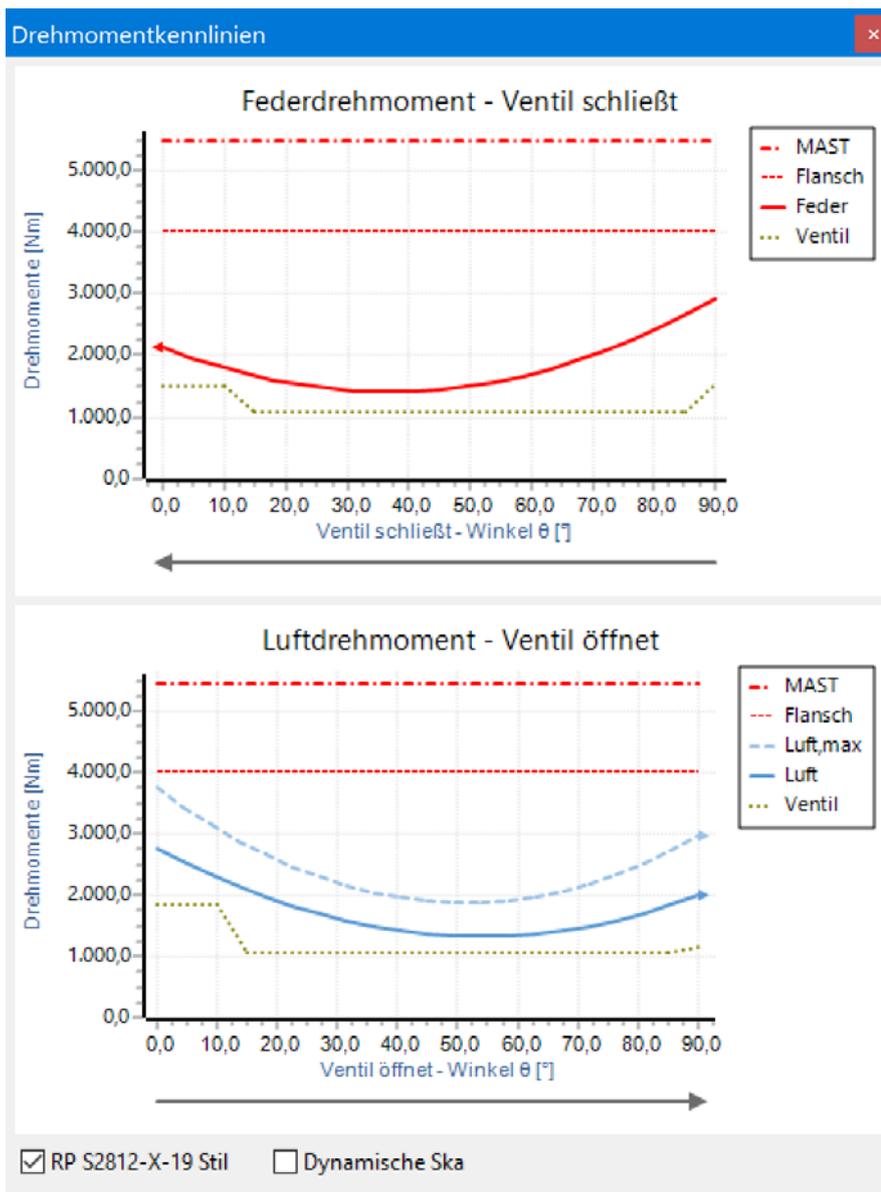


Bild 8: Graphische Darstellung zum gewählten Antrieb

ist. Zudem sind Werkzeuge zur Umsetzung bald verfügbar. Aus Erfahrung im Bereich der Regelarmaturen ist jedoch zu erwarten, dass es noch viel Zeit braucht, bis Gerätedaten vollständig und in guter Qualität vorliegen.

LITERATUR

[1] WIB – “The International Process Automation Users’ Association” www.WIB.nl
 [2] ISO/TC 153 N 425, ISO/NP 5115 “Industrial valves - Part-turn valve actuation”
 [3] Vulkan Verlag - IndustrialValves, Heft 2018/2019, “How to solve the Actuated Valve (AV) Assembly Torque Requirement Puzzle?”, kostenfreier Download unter www.industriearmaturen.de/en
 [4] DIAM Leipzig 2019 - Von der “Automated Valve assemblies Recommended Practice” (AVRP) zum ISO Standard – „Was steckt drin für Hersteller von Ventilen, von Antrieben und den Endanwender“
 [5] DIN EN ISO 5211 - Industriearmaturen - Anschlüsse von Schwenkantrieben
 [6] Roark’s Formulas for Stress and Strain

Sind aber die Hürden erst einmal genommen und die erforderlichen Daten zugänglich, können diese, im Zusammenspiel mit einem Software Modul wie in CONVAL®, die Auslegung, Auswahl und Dokumentation enorm vereinfachen, zuverlässiger und reproduzierbar machen. Sind nämlich alle Daten verfügbar, werden dem Anwender passende Antriebe, von einem „Suitability Index“ (KPI für die Eignung des Antriebs für den Anwendungsfall) bewertet angeboten und die Auswahl erfolgt übersichtlich (Bild 7) und graphisch (Bild 8) unterstützt. Festzuhalten bleibt, dass die Intention des Regelwerks sinnvoll ist und der Weg zur Einhaltung gut beschrieben

Autor



ANDREAS VOGT
 F.I.R.S.T. Gesellschaft für technisch-wissenschaftliche Softwareanwendungen mbH
 42908 Wermelskirchen
 Tel.: +49 2196 88778-12
a.vogt@firstgmbh.de