

# Literaturverzeichnis

- [1] **Hofmann, D.; Janschek, K.:** *Prozessautomatisierung – ein ganzheitlicher Ausbildungsansatz*. DVD, Technische Universität Dresden, Institut für Automatisierungstechnik, Dresden: 1997.
- [2] **Habiger, E.:** *open automation – Fachlexikon 2011/2012*. Berlin, Offenbach: VDE Verlag GmbH, 2011.
- [3] **Habiger, E.:** *A&D-Lexikon 2007*. München: publish-industry Verlag, 2007.
- [4] **VDI/VDE 3694:** *Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen*. Berlin: Beuth Verlag, 2008.
- [5] **DIN EN ISO 10628:** *Fließbilder verfahrenstechnischer Anlagen*. Berlin: Beuth Verlag, 2001.
- [6] **DIN 2429:** *Graphische Symbole für technische Zeichnungen; Rohrleitungen*. Berlin: Beuth Verlag, 1988.
- [7] **DIN 28004:** *Fließbilder verfahrenstechnischer Anlagen: Kurzzeichen*. Berlin: Beuth Verlag, 1977.
- [8] **DIN 19227:** *Graphische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozeßleittechnik*. Berlin: Beuth Verlag, 1993.
- [9] **DIN EN 62424:** *Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik – Fließbilder und Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen*. Berlin: Beuth Verlag, 2010.
- [10] **Samal, E.; Becker, W.:** *Grundriss der praktischen Regelungstechnik*. München, Wien: Oldenbourg Verlag, 1996.
- [11] **DIN EN 61508:** *Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme*. Berlin: Beuth Verlag, 2011.
- [12] **DIN EN 61511:** *Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie*. Berlin: Beuth Verlag, 2005.
- [13] **Heim, M. J.:** *Füllstandmesstechnik. Reihe atp-Praxiswissen kompakt, Bd. 3*. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2006.
- [14] **Huhnke, D.:** *Temperaturmesstechnik. Reihe atp-Praxiswissen kompakt, Bd. 4*. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2006.
- [15] **Brucker, A.:** *Durchflussmesstechnik. Reihe atp-Praxiswissen kompakt, Bd. 5*. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2008.
- [16] **Strohrmann, G.:** *Messtechnik im Chemiebetrieb*. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2004.
- [17] **Strohrmann, G.:** *Automatisierungstechnik, Band 1 (Grundlagen, analoge und digitale Prozessleitsysteme)*. München, Wien: Oldenbourg Verlag, 1990.
- [18] **Strohrmann, G.:** *Automatisierungstechnik, Band 2 (Stellgeräte, Strecken, Projektentwicklung)*. München, Wien: Oldenbourg Verlag, 1991.
- [19] **VDI/VDE 2173:** *Strömungstechnische Kenngrößen von Stellventilen und deren Bestimmung*. Berlin: Beuth Verlag, 2007.

- [20] **Töpfer, H. (Hrsg.):** *Automatisierungstechnik aus Herstellersicht*. Radeburg: Veters GmbH, 1996.
- [21] **Eube, L.; Illge, R.:** *Membranstellventile*. Reihe „Automatisierungstechnik“ (Bd. 89), Berlin: Verlag Technik, 1969.
- [22] **Schnell, G.; Wiedemann, B.:** *Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2008.
- [23] **Stein, G.; Bettenhäuser, W.; Schulze, H.; Strüver, M.; Vogler, G.:** *Automatisierungstechnik in der Maschinentechnik*. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1993.
- [24] **Siemens AG:** *Katalog CA 01 (Version vom Oktober 2007)*. Im Internet erreichbar unter: <https://mall.automation.siemens.com/de/guest/> (Abruf am 01.02.2009)
- [25] **Zickert, G.:** *Elektrokonstruktion*. 2. Auflage, München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2009.
- [26] **DIN EN 60617:** *Graphische Symbole für Schaltpläne – Teil 12: Binäre Elemente*. Berlin: Beuth Verlag, 1997.
- [27] **DIN 40719:** *Schaltungsunterlagen*. Berlin: Beuth Verlag, 1992.
- [28] **DIN 6779:** *Kennzeichnungssystematik für technische Produkte und technische Produktdokumentation*. Berlin: Beuth Verlag, 1995.
- [29] **DIN 61346:** *Strukturierungsprinzipien und Referenzkennzeichnung*. Berlin: Beuth Verlag, 1997.
- [30] **Seidel, St.:** *Beitrag zur Synthese hybrider Steuerungssysteme am Beispiel des Experimentierfeldes „Prozessautomatisierung“*. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Institut für Automatisierungstechnik, Dresden: 2003.
- [31] **Zander, H.-J.:** *Logischer Entwurf binärer Systeme*. Berlin: Verlag Technik, 1989.
- [32] **Oberst, E.:** *Entwurf von Kombinationsschaltungen*. Reihe Automatisierungstechnik (Bd. 123). Berlin: Verlag Technik, 1972.
- [33] **Zander, H.-J.:** *Entwurf von Ablaufsteuerungen für ereignisdiskrete Prozesse auf der Basis geeigneter Steuerstreckenmodelle*. In: *Automatisierungstechnik* 53 (2005), Heft 3, S. 140-150.
- [34] **König, R.; Quäck, L.:** *Petri-Netze in der Steuerungstechnik*. Berlin: Verlag Technik, 1988.
- [35] **Zander, H.-J.:** *Eine Methode zum prozessmodellbasierten Entwurf von Steueralgorithmien für parallele ereignisdiskrete Prozesse*. In: *Automatisierungstechnik* 55 (2007), Heft 11, S. 580-593.
- [36] **Weiser, T.:** *Untersuchungen zur Optimierung von Steueralgorithmien in der Papierindustrie am Beispiel von Papiermaschinen*. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH), Dresden: 2008.
- [37] **Hofmann, D.; Beyer, D.:** *Entwurf binärer Steuerungen – ein prozessmodellbasierter Ansatz am Beispiel des ereignisdiskreten Kreisprozesses „Cycle“*. In: *Scientific Report, International Conference, Mittweida: 2005*.
- [38] **Hofmann, D.; Schwenke C.:** *Entwurf fehlersicherer binärer Steuerungen am Beispiel des ereignisdiskreten Prozesses Global Automation Teacher (GATE)*. In: *Scientific Report, International Conference, Mittweida: 2005*.

- [39] **Bindel, Th.:** *Prozessmodellbasierter Steuerungsentwurf - ein Ansatz zur Bewältigung von Migrationsaufgaben*. In: Fachwissenschaftliches Kolloquium "Angewandte Automatisierungstechnik in Lehre und Forschung" am 14./15. Februar 2008 an der Hochschule Harz, Wernigerode: 2008.
- [40] **Beyer, D.:** *Entwicklung und Validierung moderner Regelungs- und Steuerungskonzepte für die Lehr- und Forschungsanlage „Cycle“*. Studienarbeit, Technische Universität Dresden, Institut für Automatisierungstechnik, Dresden: 2005.
- [41] **Becker, N.; Grimm, W. M.; Piechotka, U.:** *Vergleich verschiedener PI(D)-Regler Einstellregeln für aperiodische Strecken mit Ausgleich*. In: Automatisierungstechnische Praxis 41 (1999), Heft 12, S. 39-46.
- [42] **DIN 19226:** *Regelungs- und Steuerungstechnik*. Berlin: Beuth Verlag, 1994.
- [43] **Lutz, H.; Wendt, W.:** *Taschenbuch der Regelungstechnik*. Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch, 2002.
- [44] **Reinisch, K.:** *Analyse und Synthese kontinuierlicher Steuerungs- und Regelungssysteme*. Berlin: Verlag Technik, 1996.
- [45] **Franze, J.:** *Entwicklung und Validierung moderner Regelungs- und Steuerungskonzepte für die Lehr- und Forschungsanlage „PCSSIMATIC – advanced“*. Diplomarbeit, Technische Universität Dresden, Institut für Automatisierungstechnik, Dresden: 2007.
- [46] **Strejc, V.:** *Approximation aperiodischer Übertragungscharakteristiken*. In: Regelungstechnik 7 (1959), S. 124-128.
- [47] **DIN EN 60848:** *GRAFCET, Spezifikationsprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung*. Berlin: Beuth Verlag, 2002.
- [48] **DIN EN 61131-3:** *Speicherprogrammierbare Steuerungen*. Berlin: Beuth Verlag, 1994.
- [49] **Dose, W.-D.:** *Explosionsschutz durch Eigensicherheit*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg Verlag, 1993.
- [50] **Pigler, F.:** *EMV und Blitzschutz leittechnischer Anlagen*. Berlin, München: Siemens Aktiengesellschaft, 1990.
- [51] **DIN EN ISO 5199:** *Technische Anforderungen an Kreiselpumpen Klasse II (ISO 5199: 2002); Deutsche Fassung EN ISO 5199:2002*. Berlin: Beuth Verlag, 2003.
- [52] **Gremmel, H. (Hrsg.):** *Schaltanlagen*. ABB-Taschenbuch (10. Auflage), Berlin: Cornelsen Verlag, 1999.
- [53] **Berg, G. F.:** *Anwendung der Hydraulik in der Automatisierungstechnik*. Reihe Automatisierungstechnik (Bd. 37), Berlin: Verlag Technik, 1973.
- [54] **VDI/VDE 2180:** *Sicherung von Anlagen der Verfahrenstechnik mit Mitteln der Prozessleittechnik (PLT)*. Berlin: Beuth Verlag, 2007.
- [55] **Heinemann, Th.; Vargas, A.:** *Handbuch für die Prozesstechnik – Theorie und Praxis*. Esslingen: Festo & Co. KG.
- [56] *Elex V – Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Räumen* (veröffentlicht im Bundesgesetzblatt)
- [57] **DIN EN 60079:** *Explosionsfähige Atmosphäre*. Berlin: Beuth Verlag, ab 2007.

- [58] **DIN EN 60079-1:** *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 1: Geräteschutz durch druckfeste Kapselung „d“.* (IEC 60079-1:2007); Deutsche Fassung EN 60079-1:2007. Berlin: Beuth Verlag, 2008.
- [59] **DIN EN 60079-11:** *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 11: Geräteschutz durch Eigensicherheit „i“* (IEC 60079-11:2006); Deutsche Fassung EN 60079-11:2007. Berlin: Beuth Verlag, 2007.
- [60] **DIN EN 60079-18:** *Explosionsfähige Atmosphäre – Teil 18: Geräteschutz durch Vergusskapselung „m“* (IEC 60079-18:2009 + Corrigendum 2009); Deutsche Fassung EN 60079-18:2009. Berlin: Beuth Verlag, 2010.
- [61] **DIN EN 60529:** *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529:1989 + A1:1999; Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000. Berlin: Beuth Verlag, 2000.
- [62] Simulationssoftware MATLAB simulink. The MathWorks Inc.: 2009.
- [63] Simulationssoftware WinFACT. Ingenieurbüro Kahlert GmbH, Hamm: 2009.
- [64] *Simulationssoftware WinMOD 5.* Mewes & Partner GmbH, Hennigsdorf: 2009.
- [65] CAE-System EPLAN. Eplan Software und Service GmbH & Co. KG, Mohnheim am Rhein: 2009.
- [66] CAE-System PRODOK. Rösberg Engineering Ingenieurgesellschaft mbH für Automation, Karlsruhe: 2009.
- [67] **Gutermuth, G.; Hausmanns, Ch.:** *Kostenstruktur und Untergliederung von Automatisierungsprojekten.* In: *Automatisierungstechnische Praxis* 49 (2007), Heft 11, S. 84-92.
- [68] **Trogisch, A.:** *RLT-Anlagen – Leitfaden für die Planungspraxis.* Heidelberg: Verlag C. F. Müller, 2001.
- [69] *Allgemeine Bedingungen für Lieferungen und Leistungen der Elektroindustrie.* Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie (ZVEI) e. V., Stand 2005.
- [70] *Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB).* Köln: Bundesanzeiger-Verl., 2000.
- [71] *Verdingungsordnung für Leistungen (VOL).* Köln: Bundesanzeiger-Verl., 2000.

# Anhang

## Anhang 1: Aufbau von Verbraucherabzweigen

Wie im Abschnitt 3.3.3.1 auf S. 42 bereits ausgeführt, werden Elektromotoren über in Schaltanlagen installierte Verbraucherabzweige mit Strom versorgt. Wie ebenfalls bereits erläutert, sind Verbraucherabzweige technische Einrichtungen, die alle zum Betrieb von Verbrauchern (z. B. Stellantriebe für Drosselstellglieder bzw. Arbeitsmaschinen) erforderlichen elektrischen Betriebsmittel – beginnend bei den Klemmen zum Anschluss an den Versorgungsstrang und endend an den Verbraucheranschlussklemmen – umfassen. Wesentliche elektrische Betriebsmittel eines Verbraucherabzweiges sind: Leitungsschutzschalter, Motorschutzrelais, Schütz.

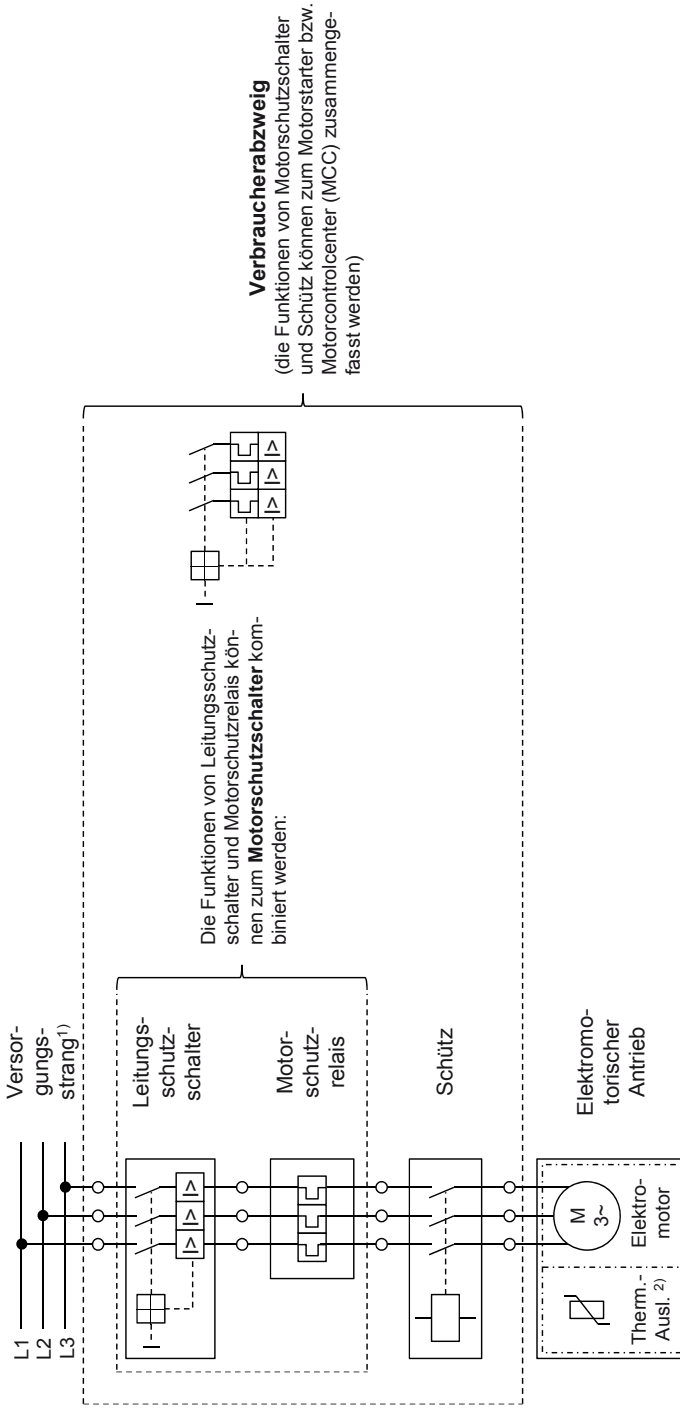
Fasst man Leitungsschutzschalter sowie Motorschutzrelais in einem kompakten Gerät zusammen, dann wird dieses Motorschutzschalter genannt. Werden wiederum Motorschutzschalter sowie Schütz ebenfalls in einem Gerät vereint, dann heißt dieses Motorstarter oder Motorcontrolcenter (MCC).

Den Ausführungen auf S. 72 folgend, werden Verbraucherabzweige bei zu schaltenden elektrischen Leistungen bis 7,5 kW im Allgemeinen als Motorstarter, für darüber hinausgehende zu schaltende elektrische Leistungen als Motorcontrolcenter ausgeführt. Motorcontrolcenter vereinen wie Motorstarter in sich Motorschutzschalter sowie Schütz, sind aber im Vergleich zu Motorstartern als Kompakteinschub aufgebaut und ermöglichen außerdem einen umfangreicheren Informationsaustausch mit speicherprogrammierbarer Technik, wodurch z. B. Betriebsartenumschaltungen (Auto/Fern/Örtlich) oder zusätzlich Rückmeldungen über Prozessgrößen wie z. B. Verfahrwege oder Drehwinkel realisierbar sind.

Bei vergleichsweise geringer Anzahl von Antriebsmotoren (<10) ist der Einsatz von MCC von vornherein nicht wirtschaftlich, so dass in diesem Fall – sofern die zu schaltende elektrische Leistung bis zu 7,5 kW beträgt – platzsparend auf Hutschienen montierbare Motorstarter eingesetzt werden.

Sofern Bedarf bezüglich der mittels MCC verfügbaren zusätzlichen Leistungsmerkmale besteht und eine vergleichsweise hohe Anzahl von Antriebsmotoren (>>10) zu steuern ist, fällt – unabhängig von der zu schaltenden elektrischen Leistung – die Wahl auf MCC. Steht jedoch nicht genügend Platz für MCC-Schaltschränke zur Verfügung und beträgt die zu schaltende elektrische Leistung bis zu 7,5 kW, werden statt MCC, die als Kompakteinschübe in diesen Schaltschränken eingebaut werden müssten, platzsparend auf Hutschienen montierbare Motorstarter eingesetzt.

Die nachfolgende Darstellung zeigt exemplarisch den allgemeinen Aufbau von Verbraucherabzweigen und dient somit zur Veranschaulichung der erläuterten Zusammenhänge.



1) Neutral- sowie Schutzleiter nicht dargestellt!  
2) Thermische Auslöser sind technische Einrichtungen, die Elektromotoren bei thermischen Überlastungen vom elektrischen Netz trennen.

### Allgemeiner Aufbau eines Verbraucherabzweigs am Beispiel eines elektromotorischen Antriebs

## Anhang 2: Strukturtabellen für das leittechnische Mengengerüst – Komponente „Informationserfassung“

Im Folgenden wird für die Komponente „Informationserfassung“ exemplarisch die aus Bild 3-52 (vgl. S. 69) abzuleitende Strukturtabelle für die Prozessgröße „Stand“ dargestellt (sowohl für Signalform „analog“ als auch „binär“). Daraus lassen sich in ähnlicher Weise die Strukturtabellen für die weiteren in der Verfahrenstechnik wesentlichen Prozessgrößen

- Dichte (D),
- Durchfluss/Durchsatz (F), Durchflussverhältnis (FF) bzw. Durchflussmenge (FQ),
- Abstand/Länge/Stellung/Dehnung/Amplitude (G),
- Feuchte (M),
- Druck (P) bzw. Druckdifferenz (PD),
- Stoffeigenschaft/Qualitätsgrößen/Analyse (Q),
- Strahlungsgrößen (R),
- Geschwindigkeit/Drehzahl/Frequenz (S),
- Temperatur (T) bzw. Temperaturdifferenz (TD),
- Viskosität (V),
- Gewichtskraft/Masse (W)

ableiten (vgl. auch Bild 3-23 auf S. 40).

Zur Strukturtabelle für die Prozessgröße „Stand“ wird nachfolgend eine allgemeine Strukturtabelle als Vorlage bereitgestellt.

In die einzelnen (nicht gesperrten) Tabellenfelder ist jeweils die Anzahl der im Projekt benötigten Messeinrichtungen des entsprechenden Typs einzutragen. Bei binären Messverfahren bietet es sich an, in den Feldern zusätzlich jeweils in Klammern die Anzahl der erzeugten binären Signale mit anzugeben, um sie damit im leittechnischen Mengengerüst der Gerätekategorie SPS/PLS einfacher berücksichtigen zu können.<sup>177</sup> Felder, die nichtrelevante Kombinationen von Signalarten mit Kategorien (*kursiv* geschrieben) der Ebenen „Signalform“, „Messverfahren“ sowie „Art der Hilfsenergieversorgung“ beschreiben, werden mit einer Sperrmarkierung versehen. Bei Eintragungen in die Spalte „örtlich“ der Kategorie „Signalart“ sind *keine* Angaben darüber erforderlich, ob es sich um ein analoges oder binäres Einheitssignal handelt,<sup>178</sup> d. h. parallele Angaben in den Spalten mit den Einheitssignalen und in der Spalte „örtlich“ zum gleichen Messverfahren sind zulässig, wobei in der Spalte „örtlich“ zusätzlich noch die Art der verwendeten Messeinrichtung angegeben werden kann.

---

177 Beispielsweise können mit einer einzigen konduktiven Messeinrichtung mehrere diskrete Füllstände gleichzeitig überwacht werden. Diese Messeinrichtung liefert daher mehrere binäre Signale.

178 Vgl. hierzu Erläuterungen in Fußnote 47 auf S. 68!

Ggf. sind den Tabellen Zeilen zur Erfassung weiterer Messverfahren hinzuzufügen bzw. – um spezielle Kategorien-Kombinationen erfassen zu können – Messverfahren mehrfach aufzuführen. Das betrifft insbesondere Messverfahren, die der Signalform „binär“ zugeordnet sind. So lässt sich z. B. der Fall berücksichtigen, dass konduktive Messverfahren zur binären Füllstandsmessung in einem Fall ein Binärsignal, in anderen Fällen jedoch mehrere Binärsignale liefern.

Prozessgröße: ...																							
Signalform	Messverfahren	Art der Hilfsenergieversorgung	Signalart																				
			(Signalform analog)				(Signalform binär)			softwaremäßig	digital *)	örtlich											
			0/4...20 mA		0...10 VDC		0,2...1 bar	0/24 VDC				0,2/1 bar	e.	n. e.									
e.	n. e.	e.	n. e.	e.	n. e.	e.	n. e.	e.	n. e.	e.	n. e.												
analog	elektisch	elektisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	elektisch	elektisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	elektisch	elektisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
binär	elektisch	elektisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	elektisch	elektisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	elektisch	elektisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

e.: eigensichere Ausführung  
n. e. : nicht eigensichere Ausführung  
\*) In dieser Spalte Art der digitalen Signalübertragung (z. B. HART-Kommunikation, Profibus etc.) eintragen!



Prozessgröße: Stand (L)													
Signalform	Messverfahren	Art der Hilfsenergieversorgung	Signalart										
			(Signalform analog)			(Signalform binär)			softwaremäßig	digital *)	örtlich		
			0/4...20 mA	0...10 VDC		0,2...1 bar	0/24 VDC				0,2/1 bar	e.	n. e.
e.	n. e.	e.	n. e.	bar	e.	n. e.	bar		e.	n. e.			
analog	mechanisch (Lot-system)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	hydrostatisch (Bodendruckmessung)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	hydrostatisch (Einpiermethode)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Verdrängerprinzip	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Auftriebsprinzip	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	kapazitiv	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Ultraschall	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Radar	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Laser	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
radiometrisch	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	

e.: eigensichere Ausführung  
n. e.: nicht eigensichere Ausführung  
\*) In dieser Spalte Art der digitalen Signalübertragung (z. B. HART-Kommunikation, Profibus etc.) eintragen!

Prozessgröße: Stand (L)													
Signalform	Messverfahren	Art der Hilfsenergieversorgung	Signalart										
			(Signalform analog)			(Signalform binär)			softwaremäßig	digital *)	örtlich		
			0/4...20 mA	0...10 VDC		0,2...1 bar	0/24 VDC				0,2/1 bar	e.	n. e.
e.	n. e.	e.	n. e.	bar	e.	n. e.	bar		e.	n. e.			
binär	mechanisch (Lot-system)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	mech. (Schwimmerschalter)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	hydrostatisch (Druckschalter)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	kapazitiv	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	konduktiv	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		pneumatisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Schwingsonde	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Ultraschall	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	optoelektronisch (z. B. Infrarot)	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	radiometrisch	elektrisch	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

e.: eigensichere Ausführung  
n. e.: nicht eigensichere Ausführung  
\*) In dieser Spalte Art der digitalen Signalübertragung (z. B. HART-Kommunikation, Profibus etc.) eintragen!

### Anhang 3: Strukturtabellen für das leittechnische Mengengerüst – Komponente „Informationsausgabe“

Wie auf S. 69 bereits ausgeführt, ist Komponente „Informationsausgabe“ aus Sicht des Signalflusses nach Komponente „Informationsverarbeitung“ angeordnet. Es läge daher nahe, sie erst nach Behandlung von Komponente „Informationsverarbeitung“ zu betrachten. Für die Erarbeitung des leittechnischen Mengengerüsts ist es jedoch sinnvoller, Komponente „Informationsausgabe“ vor Komponente „Informationsverarbeitung“ zu behandeln, weil erst nach Bearbeitung der Komponenten „Informationsfassung“ und „Informationsausgabe“ Anzahl und Art der in Komponente „Informationsverarbeitung“ zu verarbeitenden Signale bekannt sind. Wie auf S. 69f. bereits erläutert, ist im Lieferumfang der Prozessleittechnik die leittechnische Einbindung der Stellrichtungen (umfasst Ansteuerung mit entsprechenden Signalen sowie Verarbeitung der Signale der Stellgliedrückmeldungen) enthalten. Die Informationen, ob im Lieferumfang der Prozessleittechnik die kompletten Stelleinrichtungen, lediglich Antriebe oder keinerlei Stelleinrichtungen enthalten sind (vgl. Fallunterscheidung auf S. 69) bzw. wie Stellantrieb und/oder Stellglied spezifiziert sind, werden in den Strukturtabellen in den dafür vorgesehenen Tabellenfeldern eingetragen (entweder mittels ausführlicher Angaben oder Verweis auf entsprechende Unterlagen wie z. B. Verbraucherstellenblätter, Dokumente zur Ventilauslegung, ...).

Im Folgenden werden diese Strukturtabellen dargestellt, wobei in die Tabelle für die Gerätekategorie „*Drosselstellglied mit Stellantrieb als Stelleinrichtung*“ und die Tabelle für die Gerätekategorie „*Arbeitsmaschine mit Stellantrieb als Stelleinrichtung*“ unterschieden wird. In die einzelnen (nicht gesperrten) Tabellenfelder der Spalten „*Signalart*“<sup>179</sup> bzw. „Anzahl NE“ ist jeweils die Anzahl im Projekt benötigter Stelleinrichtungen des jeweiligen Typs einzutragen, wobei in der Gerätekategorie „*Drosselstellglied mit Stellantrieb*“ bei Signalform „*binär*“ sinnvollerweise zusätzlich der Typ des Stellantriebs (z. B. elektromotorisch, elektromagnetisch) mit anzugeben ist. Bei der Zubehörkategorie „*Stellgliedrückmeldung*“ (SGRM) bietet es sich an, in den Feldern zusätzlich jeweils

- Art, in der die Stellgliedrückmeldung realisiert wird (z. B. Widerstandsferngeber oder mechanische Endlagenschalter) sowie
- in Klammern Anzahl der erzeugten binären Signale

mit anzugeben, um sie damit im leittechnischen Mengengerüst der Gerätekategorie *SPS/PLS* einfacher berücksichtigen zu können. Felder, die nichtrelevante Kombinationen von Signalarten mit Kategorien (kursiv geschrieben) der Ebenen „*Signalform*“, „*Art der Hilfsenergieversorgung*“ sowie „*Zubehör*“ beschreiben, werden mit einer Sperrmarkierung versehen. Bei Eintragungen in die Spalte „*örtlich*“ der Kategorie „*Signalart*“ sind Angaben, ob es sich z. B. um ein analoges 0/4...20 mA- oder binäres 0/24 VDC-Einheitssignal handelt, nicht zwingend erforderlich, d. h. parallele Angaben in den Spalten mit den Einheitssignalen und in der Spalte „*örtlich*“ zum gleichen Zubehör sind zulässig. In den Strukturtabellen werden folgende Abkürzungen verwendet:

---

<sup>179</sup> Zur besseren Strukturierung und Unterscheidung wurde in der Spalte „*Signalart*“ auf die Kategorie „*Signalform*“ Bezug genommen, obwohl diese Kategorie schon als eigenständige Spalte existiert.

- A:       Analogsignal
- A/B:     Analog-/Binärsignal
- B:       Binärsignal
- DR-EP:  Druckregler (elektropneumatisch)
- DR-P:   Druckregler (pneumatisch)
- DS-EP:  Druckschalter (elektropneumatisch)
- DS-P:   Druckschalter (pneumatisch)
- FU:      Frequenzumrichter
- KR/SS:  Koppelrelais/Schalterschütz
- MCC:     Motorcontrolcenter<sup>180</sup>
- MS:      Motorstarter<sup>181</sup>
- MSS:     Motorschutzschalter<sup>180</sup>
- NE:      Einrichtung für Noteingriff
- SGRM:   Stellgliedrückmeldung
- SR-E:    Stellungsregler (elektrisch)
- SR-EP:   Stellungsregler (elektro.-pn.)
- SR-P:    Stellungsregler (pneumatisch)
- VA:      Verbraucherabzweig<sup>181</sup>

Gerätekategorie „Drosselstellglied mit Stellantrieb als Stelleinrichtung“														
Signalform	Art der Hilfsenergieversorgung des Stellantriebs	Zubehör <sup>1)</sup>	Signalart											
			(Signalform analog)				(Signalform binär)			soft-ware-mäßig	digi-tal <sup>2)</sup>	örtlich		
			0/4...20 mA		0...10 VDC		0,2...1 bar	0/24 VDC				0,2/1 bar	e.	n. e.
			e.	n. e.	e.	n. e.		e.	n. e.			e.	n. e.	
analog	elektrisch	ohne												
		SR-E/MSS/VA (MS bzw. MCC)	3)	3)	3)	3)								
		A												
		B												
	A/B													
	pneumatisch	ohne												
		SR-EP												
		SR-P												
		A	4)	4)	4)	4)	5)				4)	4)		
		B						4)	4)	5)				
A/B		4)	4)	4)	4)	5)	4)	4)	5)	4)	4)			
binär	elektrisch	ohne												
		KR/SS/VA (MS/MCC)						6)	6)					
		SGRM												
	pneumatisch	ohne												
		DS-E												
		DS-P												
		SGRM						4)	4)	5)		4)		
Spezifikation Drosselstellglied:			7)											
Spezifikation Stellantrieb:			7)											

<sup>1)</sup> Zubehör wird hier aus Sicht der leittechnischen Einbindung (Ansteuerung Stelleinrichtungen, Verarbeitung von Signalen der Stellgliedrückmeldungen) betrachtet. Gehören zum Lieferumfang der Prozessleittechnik Stelleinrichtungen oder nur deren Stellantriebe, werden diese in entsprechenden Zeilen der Strukturtafel gesondert spezifiziert.

<sup>2)</sup> In dieser Spalte Art der digitalen Signalübertragung (z. B. HART-Kommunikation, Profibus etc.) eintragen!

<sup>3)</sup> In diese Felder Anzahl bzw. Art des Zubehörs (SR-E/MSS/VA als MS bzw. MCC – meist Lieferumfang des Schaltanlagenlieferanten) eintragen!

<sup>4)</sup> Nur relevant, wenn die Stellgliedrückmeldung (SGRM) elektrisch realisiert wird.

<sup>5)</sup> Nur relevant, wenn die Stelleinrichtung mit einem pneumat. Signal angesteuert und die Stellgliedrückmeldung (SGRM) pneumat. realisiert wird.

<sup>6)</sup> In diesen Feldern neben Anzahl bzw. Art des Zubehörs (KR/SS/VA als MS bzw. MCC – SS/VA meist im Lieferumfang des Schaltanlagenlieferanten enthalten) zusätzlich die Art des Stellantriebs (elektromotorisch bzw. –magnetisch) angeben!

<sup>7)</sup> Wenn Stelleinrichtungen bzw. nur deren Stellantriebe zum Lieferumfang der Prozessleittechnik gehören, hier die Spezifikationen von Drosselstellgliedern (entfällt, wenn nur Stellantriebe zu liefern sind) bzw. Stellantrieben eintragen oder auf entsprechende Unterlage verweisen, andernfalls können diese Zeilen entfallen. Für die Spezifikationen zweckmäßigerweise so viele Zeilen vorsehen, wie unterschiedliche Stelleinrichtungen bzw. Stellantriebe zu spezifizieren sind!

180 Erläuterungen im Anhang 1 beachten!

181 Verbraucherabzweige (vgl. Erläuterungen in Fußnote 32 auf S. 42) werden bis zu 7,5 kW zu schaltender elektrischer Leitung als Motorstarter, darüber hinaus als Motorcontrolcenter ausgeführt (Erläuterungen von S. 72 und Anhang 1 beachten).

Gerätekatgorie „Arbeitsmaschine mit Stellantrieb als Stelleinrichtung“															
Signalform	Art der Hilfsenergieversorgung des Stellantriebs	Zubehör <sup>1)</sup>	Signalart												
			(Signalform analog)				(Signalform binär)			softwaremäßig	digital <sup>2)</sup>	örtlich			
			0/4...20 mA		0...10 VDC		0,2...1 bar	0/24 VDC				0,2/1 bar	e.	n. e.	
			e.	n. e.	e.	n. e.		e.	n. e.						
analog	elektrisch	ohne													
		FU, MSS	3)	3)	3)	3)									
		SGRM	A												
			B												
	A/B														
	pneumatisch	ohne													
		DR-E													
		DR-P													
		SGRM	A	4)	4)	4)	4)	5)				4)	4)		
			B						4)	4)	5)				
A/B			4)	4)	4)	4)	5)	4)	4)	5)	4)	4)			
binär	elektrisch	ohne													
		VA (MS/MCC)						6)	6)						
		SGRM													
	pneumatisch	ohne													
		DS-E													
		DS-P													
		SGRM						4)	4)	5)		4)			
Spezifikation Arbeitsmaschine:			7)												
Spezifikation Stellantrieb:			7)												

1) Zubehör wird hier aus Sicht der leittechnischen Einbindung (Ansteuerung Stelleinrichtungen, Verarbeitung von Signalen der Stellgliedrückmeldungen) betrachtet. Gehören zum Lieferumfang der Prozessleittechnik Stelleinrichtungen oder nur deren Stellantriebe, werden diese in entsprechenden Zeilen der Strukturtafel gesondert spezifiziert.

2) In dieser Spalte Art der digitalen Signalübertragung (z. B. HART-Kommunikation, Profibus etc.) eintragen!

3) In diese Felder Anzahl bzw. Art des Zubehörs (FU, MSS – meist im Lieferumfang des Schaltanlagenlieferanten enthalten) eintragen!

4) Nur relevant, wenn die Stellgliedrückmeldung (SGRM) elektrisch realisiert wird.

5) Nur relevant, wenn die Stelleinrichtung mit einem pneumat. Signal angesteuert und die Stellgliedrückmeldung (SGRM) pneumat. realisiert wird.

6) In diesen Feldern neben Anzahl! bzw. Art des Zubehörs (MS/MCC – meist im Lieferumfang des Schaltanlagenlieferanten enthalten) zusätzlich die Art des Stellantriebs (elektromotorisch bzw. –magnetisch) angeben!

7) Wenn Stelleinrichtungen bzw. nur deren Stellantriebe zum Lieferumfang der Prozessleittechnik gehören, hier die Spezifikationen von Arbeitsmaschinen (entfällt, wenn nur Stellantriebe zu liefern sind) bzw. Stellantrieben eintragen oder auf entsprechende Unterlage verweisen, anderenfalls können diese Zeilen entfallen. Für die Spezifikationen zweckmäßigerweise so viele Zeilen vorsehen, wie unterschiedliche Stelleinrichtungen bzw. Stellantriebe zu spezifizieren sind!

## Anhang 4: Strukturtabellen für das leittechnische Mengengerüst – Komponente „Informationsverarbeitung“

Im Folgenden werden die Strukturtabellen für die Komponente „Informationsverarbeitung“ dargestellt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird jede der zugehörigen Gerätekategorien einzeln betrachtet.<sup>182</sup>

### Gerätekategorie „SPS/PLS“

Die Strukturtabelle für die Gerätekategorie „SPS/PLS“ ist in eine Tabelle für SPS- bzw. PLS-Hardware sowie eine Tabelle für Bedien- und Beobachtungseinrichtungen unterteilt. In diesen Strukturtabellen braucht die Ebene „Art der Hilfsenergieversorgung“ nicht mit berücksichtigt zu werden, weil diese Ebene nur die Kategorie „elektrisch“ enthält.

In die einzelnen (nicht gesperrten) Tabellenfelder der Spalte „*Signalart*“ ist jeweils die Anzahl der im Projekt benötigten Analogeingänge, Analogausgänge, Binäreingänge sowie Binärausgänge des jeweiligen Signaltyps einzutragen. In der Spalte „Anzahl der Baugruppen“ wird die Anzahl von Baugruppen eines konkreten Baugruppentyps eingetragen (vgl. Legende zur Strukturtabelle). Für *Bedien- und Beobachtungseinrichtungen* ist in der Spalte „Anzahl“ jeweils die Anzahl der pro Gerätetyp benötigten gleichartigen Geräte einzutragen. Ggf. ist in den Tabellen zur Berücksichtigung verschiedener Ausführungsformen desselben Gerätetyps der betreffende Gerätetyp mehrfach aufzuführen. In der Spalte „Bemerkung“ können bei besonderer Ausführungsart Eigenschaften wie

- Ausführung als Industrie-PC,
- Ausführung als Embedded-PC,
- Eignung für den Einsatz im explosionsgeschützten Bereich etc.

vermerkt werden.

In der Strukturtabelle werden folgende Abkürzungen verwendet:

AE:	Analogeingang,
AA:	Analogausgang,
BE:	Binäreingang,
BA:	Binärausgang,
CPU:	Central Processing Unit (Zentrale Verarbeitungseinheit),
KB:	Kommunikationsbaugruppe (z. B. für Profibusanschluss),
SB:	Spezialbaugruppe (vgl. Erläuterungen auf S. 77),
STRVG:	Stromversorgung.

### Gerätekategorien „Separate Wandler“ sowie „Rechenglieder“

Die Darstellung dieser Gerätekategorie erfolgt zum einen in der Tabelle für die Kategorie „Separate Wandler“ (S. 230) und zum anderen in der Tabelle für die Kategorie „Rechenglieder“ (S. 230).

In den Strukturtabellen für separate Wandler werden jeweils folgende Abkürzungen verwendet: E: Eingangssignal, A: Ausgangssignal, HEV: Hilfsenergieversorgung.

---

<sup>182</sup> Die Bezeichnungen von Kategorien sind in den zugehörigen Strukturtabellen *kurziv* geschrieben.



Gerätekatgorie „Separate Wandler“							
Signalform	Art der Hilfsenergieversorgung E/A	Potentialtrennung/Eigen-sicherheit	Signalart				
			Signalart E bzw. A / HEV / Anzahl *)				
			1	2	n		
analog	E elektrisch, A elektrisch	potential- getrennt	E eigensicher	**)			
			A eigensicher				
			E/A eigens.				
			nicht eigens.				
	nicht potentialgetrennt						
	E elektrisch, A pneumatisch	E eigensicher					
		E nicht eigensicher					
	E pneumatisch A elektrisch	A eigensicher					
		A nicht eigensicher					
E pneumatisch A pneumatisch	/						
binär	E elektrisch, A elektrisch	potential- getrennt	E eigensicher				
			A eigensicher				
			E/A eigens.				
			nicht eigens.				
	nicht potentialgetrennt						
	E elektrisch, A pneumatisch	E eigensicher					
		E nicht eigensicher					
	E pneumatisch A elektrisch	A eigensicher					
		A nicht eigensicher					
E pneumatisch A pneumatisch	/						

\*) Für jeden Wandlertyp ist jeweils eine Spalte vorgesehen.

\*\*) In diese Felder sind jeweils die Signalarten des betrachteten Wandlertyps, Art der Hilfsenergieversorgung sowie die Anzahl einzutragen.

Gerätekatgorie „Rechenglieder“						
Lfd.-Nr.	Signalform	Art der Hilfsenergieversorgung		Signalart ***)		
		Gerät **)	E/A	0/4...20 mA	0...10 VDC	0,2...1 bar
1 *)	analog		elek- trisch			
2						
"						
m						
1 *)			pneu- ma- tisch			
2						
"						
n						

\*) Für jeden Rechenglied-Typ ist jeweils eine Zeile vorgesehen.

\*\*) In die entsprechenden Tabellenfelder ist die Art der Hilfsenergieversorgung des Gerätes (z. B. 230 VAC, 24 VDC, 1,4 bar) einzutragen.

\*\*\*) In die entsprechenden Tabellenfelder sind jeweils der Rechenglied-Typ (z. B. Quadrierglied, Radzierglied) sowie die benötigte Anzahl einzutragen.

Geräteklasse „Kompaktregler“

In den einzelnen (nicht gesperrten) Tabellenfeldern der Spalte „Signalart“<sup>184</sup> ist jeweils die Anzahl der pro Kompaktregler zu verarbeitenden analogen/binären Eingangs- bzw. analogen/binären Ausgangssignale des jeweiligen Signaltyps einzutragen. Daraus ergeben sich bestimmte Signalkonfigurationen. In der Spalte „Anzahl gleichartiger Geräte entsprechend der definierten Signalkonfiguration“ kann anschließend eingetragen werden, wieviele gleichartige Geräte im Projekt benötigt werden. Jede Signalkonfiguration ist somit einem bestimmten Kompaktreglertyp gleichzusetzen. Daher ist für jede Signalkonfiguration jeweils ein Zeilenblock vorgesehen.

In der Strukturtafel werden folgende Abkürzungen verwendet:

- R: Widerstandsferengeber,                      W: Widerstandsthermometer,
- Th: Thermolement.

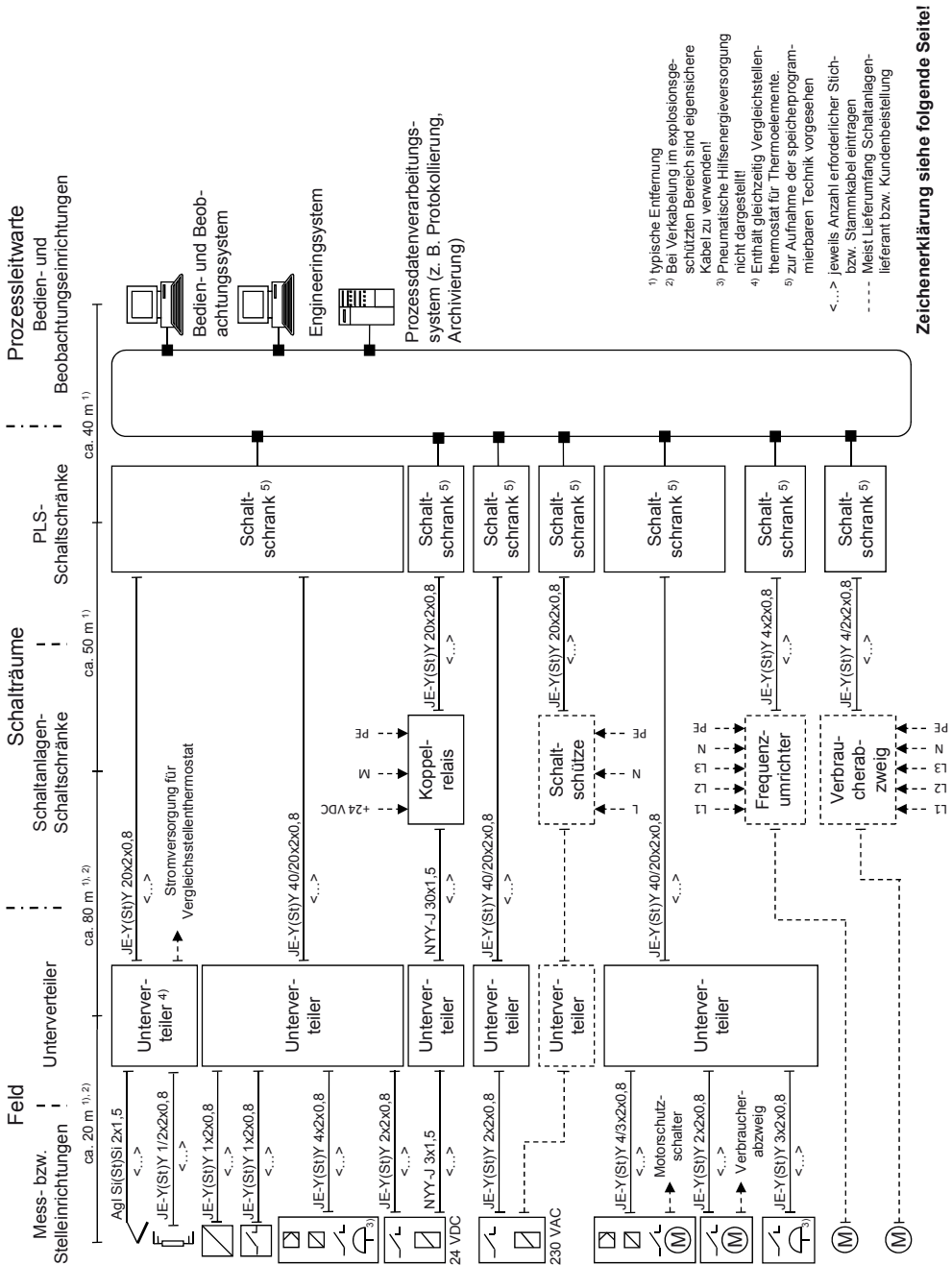
Geräteklasse „Kompaktregler“													
Lfd. Nr. bzw. HEV	Signalform	Art der Hilfsenergieversorgung für die Eingangs-/Ausgangssignale		Signalart <sup>1)</sup>								Anzahl gleicher Geräte entsprechend der definierten Signalkonfiguration	
				(Signalform analog)				(Signalform binär)					
				0/4...20 mA		0...10 VDC		0,2...1 bar	R, Th, W	0/24 VDC			Re-lais-aus-gang
p.	n. p.	p.	n. p.	p.	n. p.								
1 <sup>3)</sup> <...> <sup>4)</sup>	ana-log	elek-trisch	Eingangssignale										
			Ausgangssignale										
	binär	elek-trisch	Eingangssignale	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
			Ausgangssignale	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
2 <sup>3)</sup> <...> <sup>4)</sup>	ana-log	pneu-matisch	Eingangssignale	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
			Ausgangssignale	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
3 <sup>3)</sup> hilfsenergieelos	ana-log		< Regelgröße eintragen >										

p. : potentialgetrennt  
n.p.: nicht potentialgetrennt  
1) Durch Markieren (z. B. Ankreuzen) der entsprechenden Tabellenfelder wird die Signalkonfiguration definiert.  
2) In dieser Spalte Art der digitalen Signalübertragung (z. B. Profibus, Modbus+, CAN-Bus etc.) eintragen!  
3) Es sind so viele Blöcke einzufügen, wie unterschiedliche Signalkonfigurationen definiert werden.  
4) An dieser Stelle Art der Hilfsenergieversorgung des Kompaktreglers (z. B. 1,4 bar, 230 VAC, 24 VDC etc.) eintragen!

184 Zur besseren Strukturierung und Unterscheidung wurde in der Spalte „Signalart“ auf die Kategorie „Signalform“ Bezug genommen, obwohl diese Kategorie schon als eigenständige Spalte existiert.



# Anhang 5: Beispiel eines Verkabelungskonzepts bei Automatisierung mit Prozessleitsystem (PLS)



Zeichenerklärung für Verkabelungskonzept

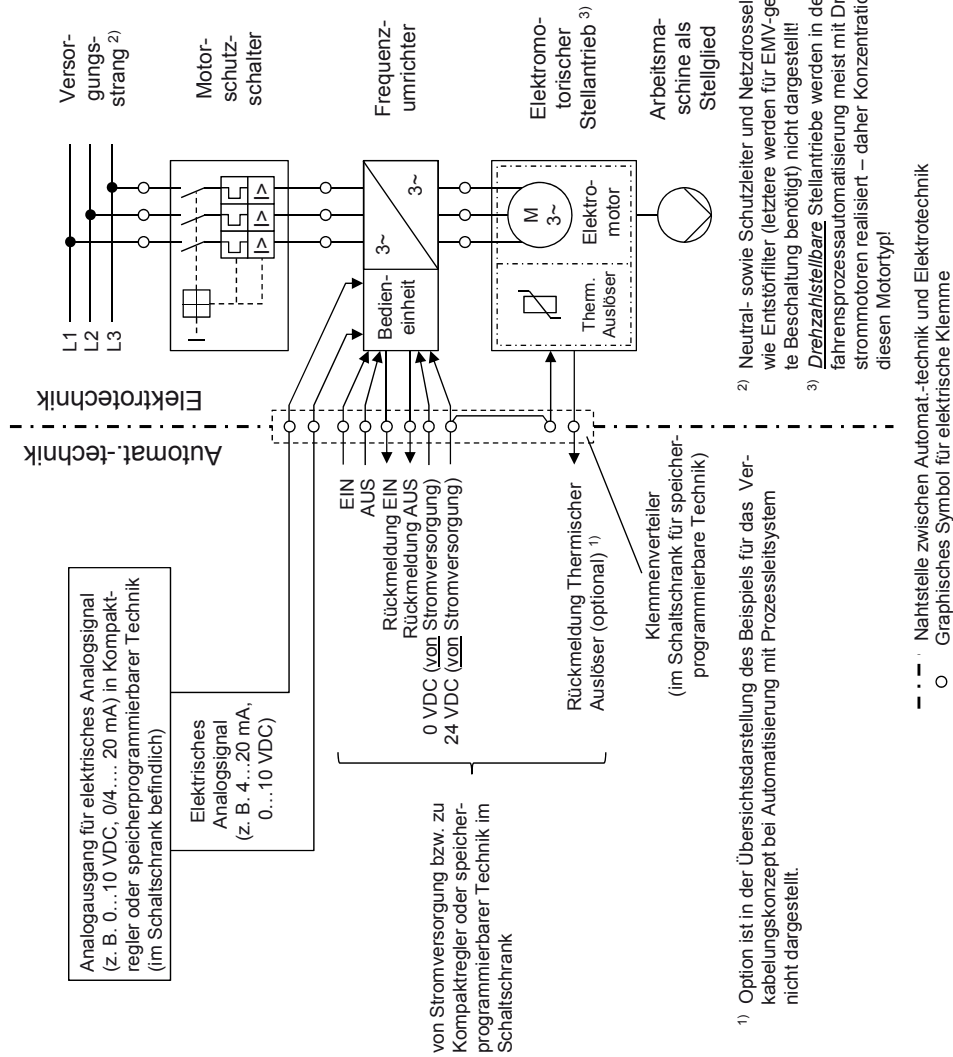
Symbol/Erläuterung	Anzahl Adern im StICKkabel <sup>a)</sup>
Widerstandsthermometer (Anschluss in 2-, 3- bzw. 4-Leiterschaltung)	2, 3, 4 (je nach realisierter Schaltung)
Thermoelement	2
Analoge Messeinrichtung (z. B. Standmessung, Positionsmessung für Stellgliedrückmeldung)	2
Binäre Messeinrichtung (z. B. Grenzsinalgeber, Endlagenschalter für Stellgliedrückmeldung)	2
Elektromotorischer Stellantrieb für Arbeitsmaschine (Typical 1a, 1b, 1c)	StICKkabel Frequenzumrichter (FU) → Schaltschrank bei Ansteuerung mittels Frequenzumrichter; <sup>8</sup> (EIN, AUS, +24 VDC, 0 VDC, Rückmeldung EIN bzw. AUS, 2 Adern für analoges elektrisches Eingangssignal); StICKkabel Verbraucherzweig (VA) <sup>b)</sup> → Schaltschrank bei Ansteuerung mittels Verbraucherzweig; <sup>8</sup> (Links- (L) bzw. Rechtslauf (RL), +24 VDC, 0 VDC, Rückmeldung, L bzw. RL, optional: 2 Adern Rückmeldg., Stromaufnahme); Stromversorgungs-kabel Stellantrieb → FU/VA; Meist Lieferumfang Schaltanlagenlieferant oder Kundenbestellung.
Analoges Drosselglied mit elektromotorischem Stellantrieb, binärer sowie analoger Stellgliedrückmeldung und elektrischem Stellungsregler (Typical 2a, 2b)	StICKkabel Stellanrichtung → Unterverteiler; <sup>8</sup> Eingangssignal elektrischer Stellungsregler; 2 (analoges elektrisches Einheitssignal); Stellgliedrückmeldung; 5 (+24 VDC, Rückmeldung AUF bzw. ZU, 2 Adern für analoges elektrisches Einheitssignal); Reserve; 1 (optional für Rückmeldung des thermischen Auslösers nutzbar); Stromversorgungs-kabel Stellantrieb → Motorschutzsch.; Meist Lieferumfang Schaltanlagenlieferant oder Kundenbestellung; <sup>9</sup>
Analoges Drosselglied mit pneumatischem Stellantrieb, binärer sowie analoger Stellgliedrückmeldung und elektropneumatischem Stellungsregler (Typical 3)	StICKkabel Stellanrichtung → Unterverteiler; <sup>8</sup> Eingangssignal elektropneumatischer Stellungsregler; 2 (analoges elektrisches Einheitssignal); Stellgliedrückmeldung; 5 (+24 VDC, Rückmeldung AUF bzw. ZU, 2 Adern für analoges elektrisches Einheitssignal); Reserve; 1.
Binäres Drosselglied mit elektromotorischem Stellantrieb und binärer Stellgliedrückmeldung (Typical 4)	StICKkabel Stellanrichtung → Unterverteiler; <sup>4</sup> (Stellgliedrückmeldung; +24 VDC, Rückmeldung AUF bzw. ZU, Reserve - optional für Rückmeldg. des therm. Auslösers nutzbar); StICKkabel Verbraucherzweig → Schaltschrank; <sup>4</sup> (0 VDC, AUF, ZU, Reserve); Stromversorgungs-kabel Stellantrieb → Verbraucherzweig; Meist Lieferumfang Schaltanlagenlieferant oder Kundenbestellung.
Binäres Drosselglied mit elektromagnetischem Stellantrieb sowie binärer Stellgliedrückmeldung (Typical 5a, 5b)	<b>Variante 24 VDC:</b> StICKkabel Stellanrichtung → Unterverteiler (Stellgliedrückmeldung); <sup>4</sup> (+24 VDC, Rückmeldg. AUF bzw. ZU, Reserve) Stromversorgungs-kabel Stellantrieb → Unterverteiler → Koppelrelais; <sup>6</sup> M, PE und für jeden Stellantrieb +24 VDC. Stammkabel Koppelrelais → Schaltschrank; 0 VDC und für jeden Stellantrieb Binärsignal „AUF“/„ZU“. <b>Variante 230 VAC:</b> StICKkabel Stellanrichtung → Unterverteiler (Stellgliedrückmeldung); <sup>4</sup> (+24 VDC, Rückmeldg. AUF bzw. ZU, Reserve); Sting.-kabel Stellantrieb → Unterverteiler → Schaltschütze; Meist Lieferumfang Schaltanlagenlieferant oder Kundenbestellung. Stammkabel Schaltschütze → Schaltschrank; 0 VDC und für jeden Stellantrieb Binärsignal „AUF“/„ZU“.
Binäres Drosselglied mit pneumatischem Stellantrieb (einschließlich elektropneumatischem Druckschalter) sowie binärer Stellgliedrückmeldung (Typical 6a, 6b)	StICKkabel Stellanrichtung → Unterverteiler; <sup>6</sup> (AUF/ZU, 0 VDC, +24 VDC, Rückmeldg. AUF bzw. ZU, Reserve) Bei Ansteuerung mittels Koppelrelais vgl. binäres Drosselglied mit elektromagnetischem Stellantrieb, Variante 24 VDC!

<sup>a)</sup> StICKkabel führen im Feld von Mess- bzw. Stelleinrichtungen zu Unterverteilern sowie in Schalträumen von Frequenzumrichtern bzw. Verbraucherzweigen zu Schaltschränken, in denen speicherprogrammierbare Technik installiert ist. **Die Angaben zur Aderanzahl sind Richtwerte, d. h. projektspezifische Abweichungen davon sind möglich!**

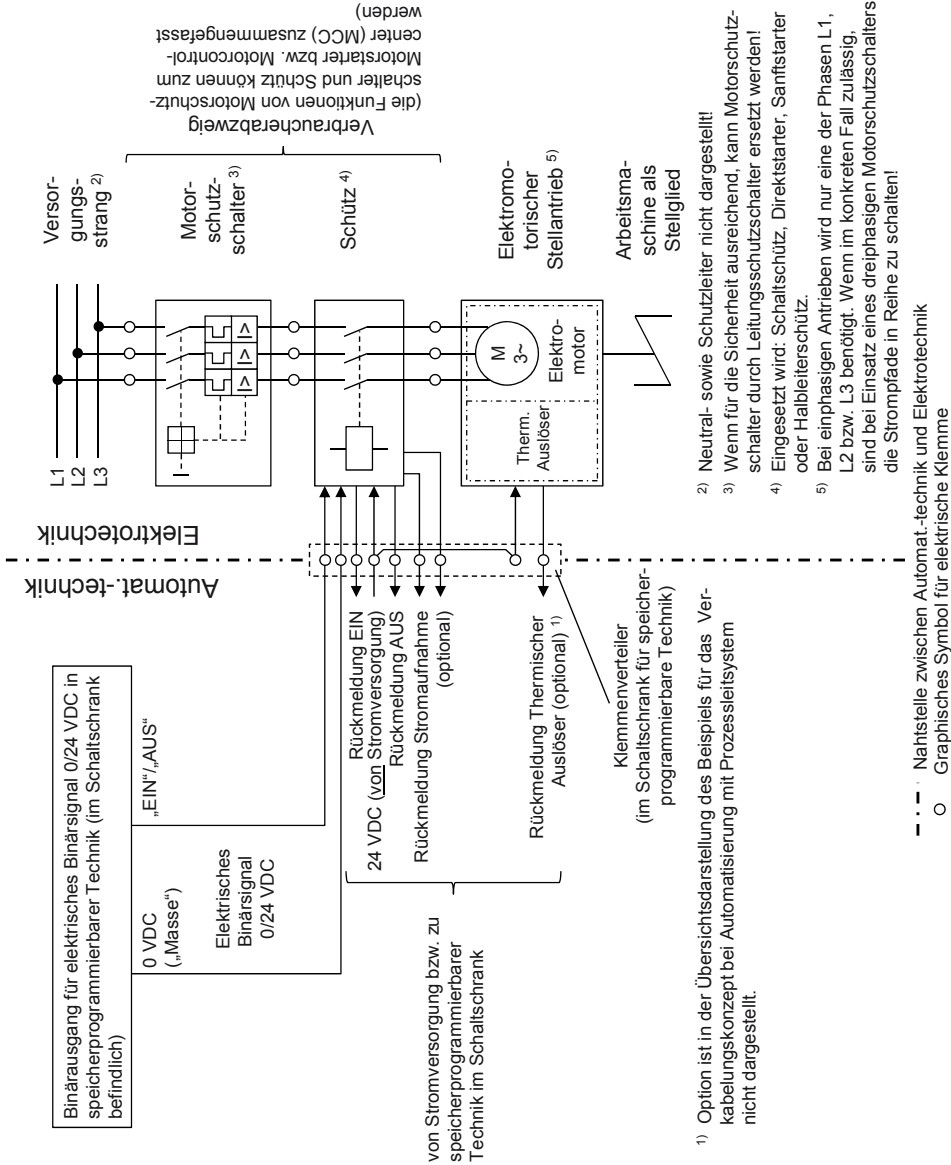
<sup>b)</sup> Ob der Verbraucherzweig als Motorstarter oder MCC ausgeführt wird, hängt im Allgemeinen von der zu schaltenden elektrischen Leistung ab. Motorstarter werden meist bis 7,5 kW zu schaltende Leistung eingesetzt.

<sup>c)</sup> Entfällt der Stellungsregler, so ist anstelle des Kabels zwischen Stellantrieb und Motorschutzschalter ein Stromversorgungs-kabel zwischen Stellantrieb und VA (meist Lieferumfang Schaltanlagenlieferant oder Kundenbestellung) sowie ein vieradriges StICKkabel zwischen VA und Schaltschrank (0 VDC, AUF, ZU, Reserve) bzw. sechsadriges StICKkabel zwischen Stelleinrichtung und Unterverteiler (+24 VDC, Rückmeldung AUF bzw. ZU, 2 Adern für analoges elektrisches Einheitssignal, optional: Rückmeldung des thermischen Auslösers) vorzusehen!

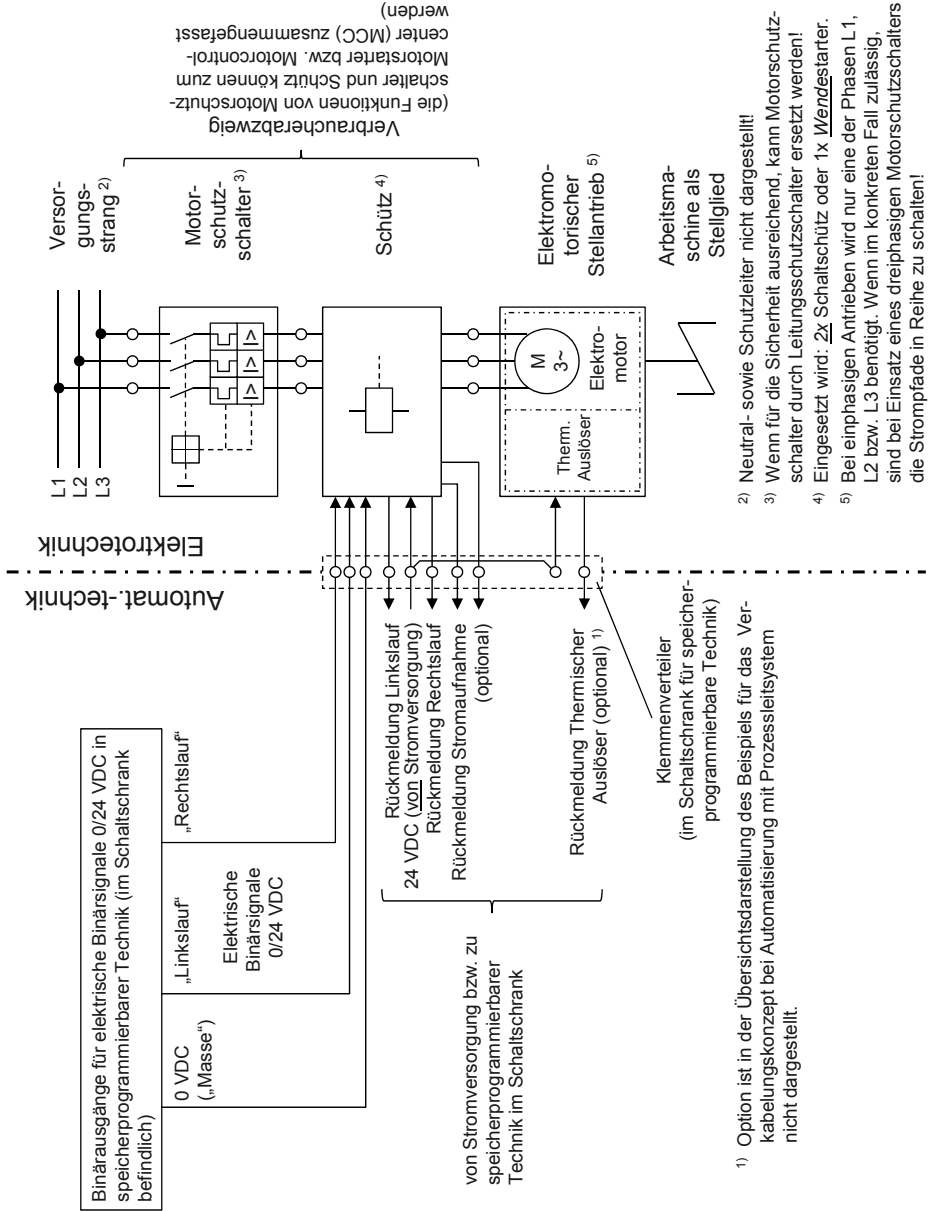
<sup>d)</sup> Koppelrelais und Stromversorgungs-kabel entfallen, wenn die Stelleinrichtung direkt an Relaisausgänge speicherprogrammierbarer Technik angeschlossen wird!



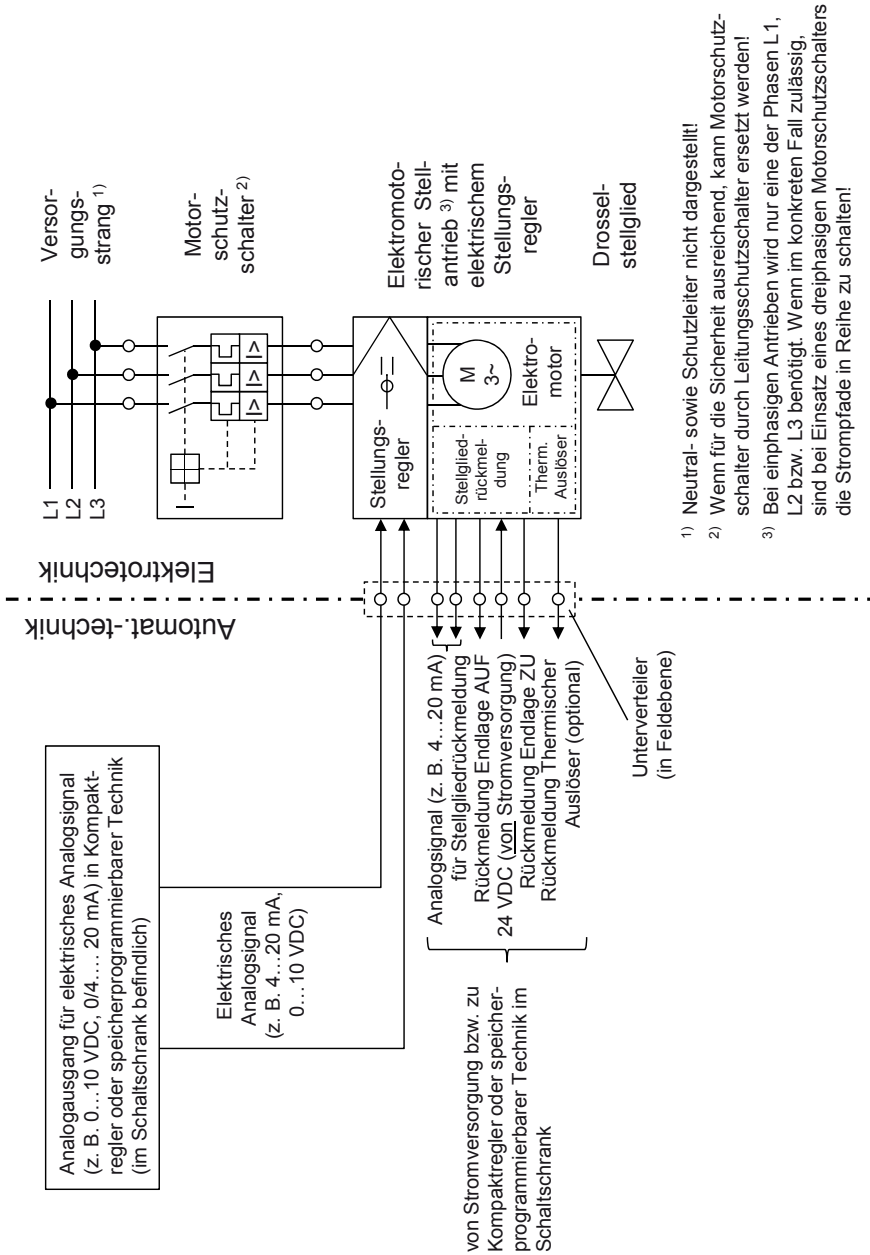
Typical 1a): Arbeitsmaschine mit elektromotorischem Stellantrieb, analog



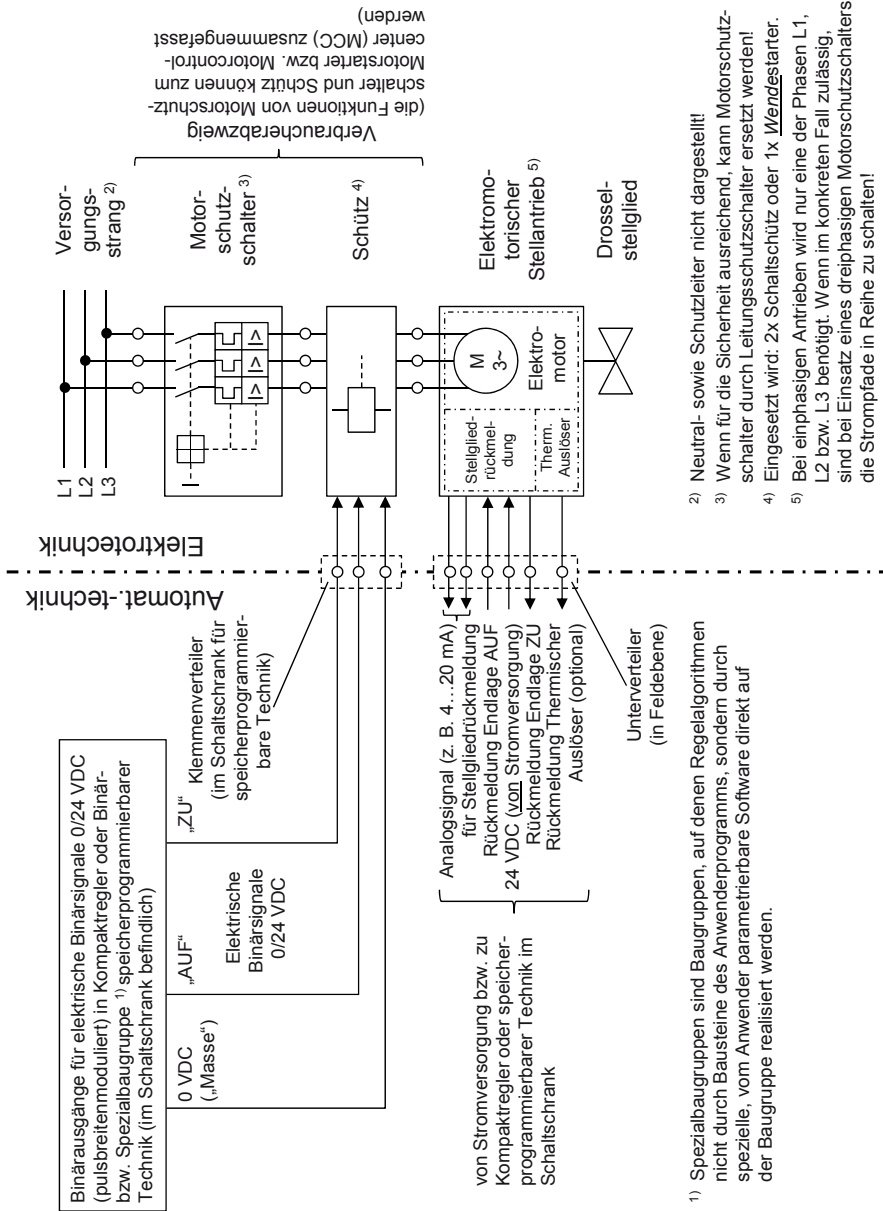
Typical 1b): Arbeitsmaschine mit elektromotorischem Stellantrieb, binär (entweder nur Rechts- oder – nach vorherigem Phasentausch – nur Linkslauf)



Typical 1c): Arbeitsmaschine mit elektromotorischem Stellantrieb, binär (sowohl Rechts- als auch Linkslauf)



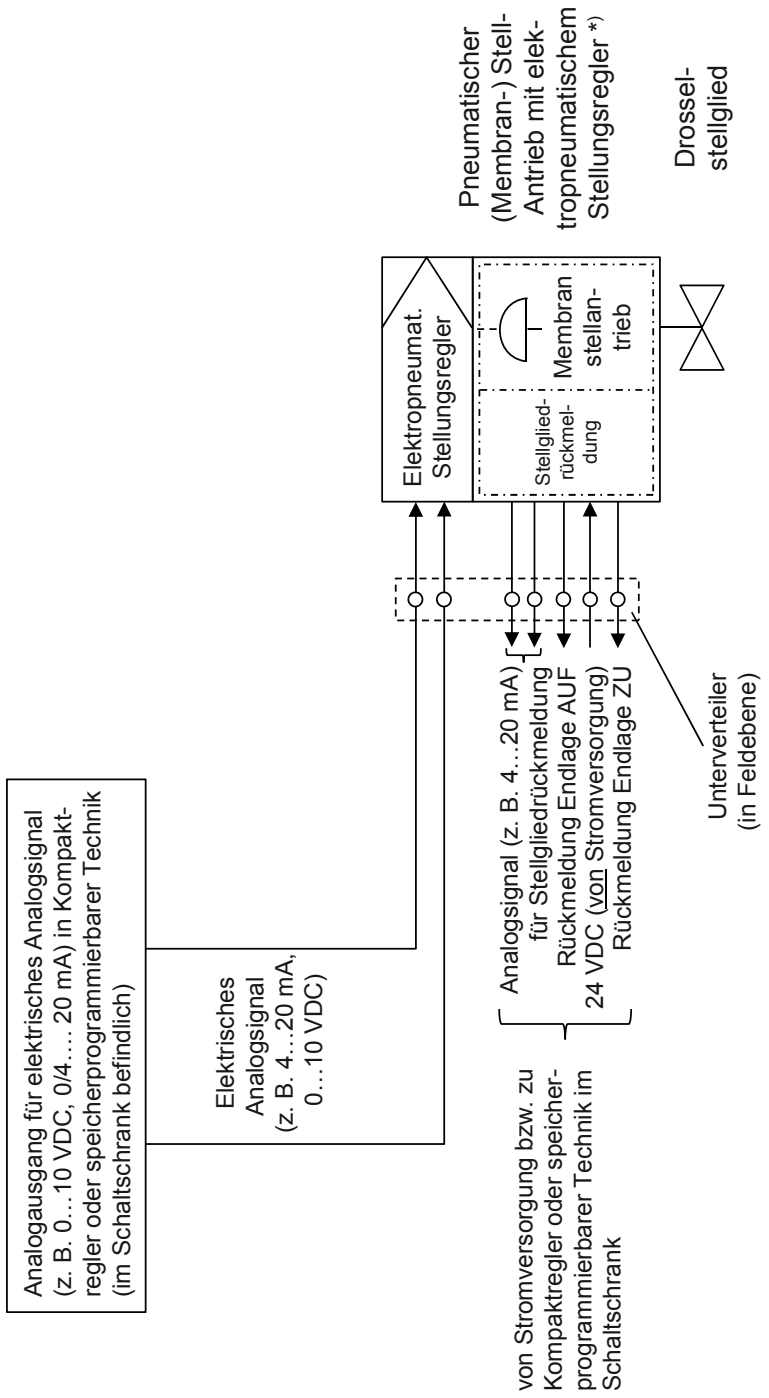
Typical 2a): Drosselstellglied mit elektromotorischem Stellantrieb, analog, Var. 1



- 1) Spezialbaugruppen sind Baugruppen, auf denen Regelalgorithmen nicht durch Bausteine des Anwendungsprogramms, sondern durch spezielle, vom Anwender parametrierbare Software direkt auf der Baugruppe realisiert werden.
- 2) Neutral- sowie Schutzleiter nicht dargestellt!
- 3) Wenn für die Sicherheit ausreichend, kann Motorschutzschalter durch Leitungsschutzschalter ersetzt werden!
- 4) Eingesetzt wird: 2x Schaltschütz oder 1x Wendesstarter.
- 5) Bei einphasigen Antrieben wird nur eine der Phasen L1, L2 bzw. L3 benötigt. Wenn im konkreten Fall zulässig, sind bei Einsatz eines dreiphasigen Motorschutzschalters die Strompfade in Reihe zu schalten!

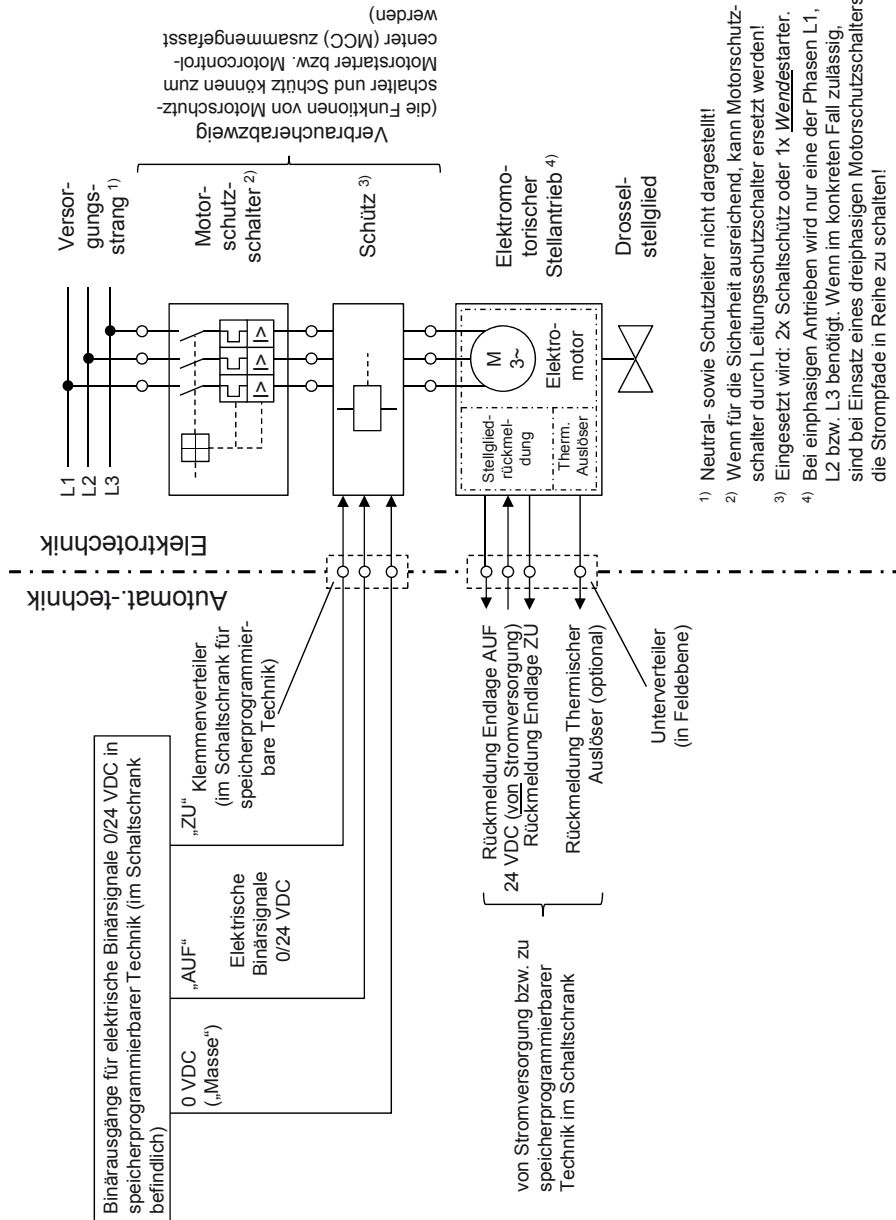
--- Nahtstelle zwischen Automat.-technik und Elektrotechnik  
 ○ Graphisches Symbol für elektrische Klemme

Typical 2b): Drosselstellglied mit elektromotorischem Stellantrieb, analog, Var. 2



Typical 3): Drosselstelliglied mit pneumatischem Stellantrieb, analog

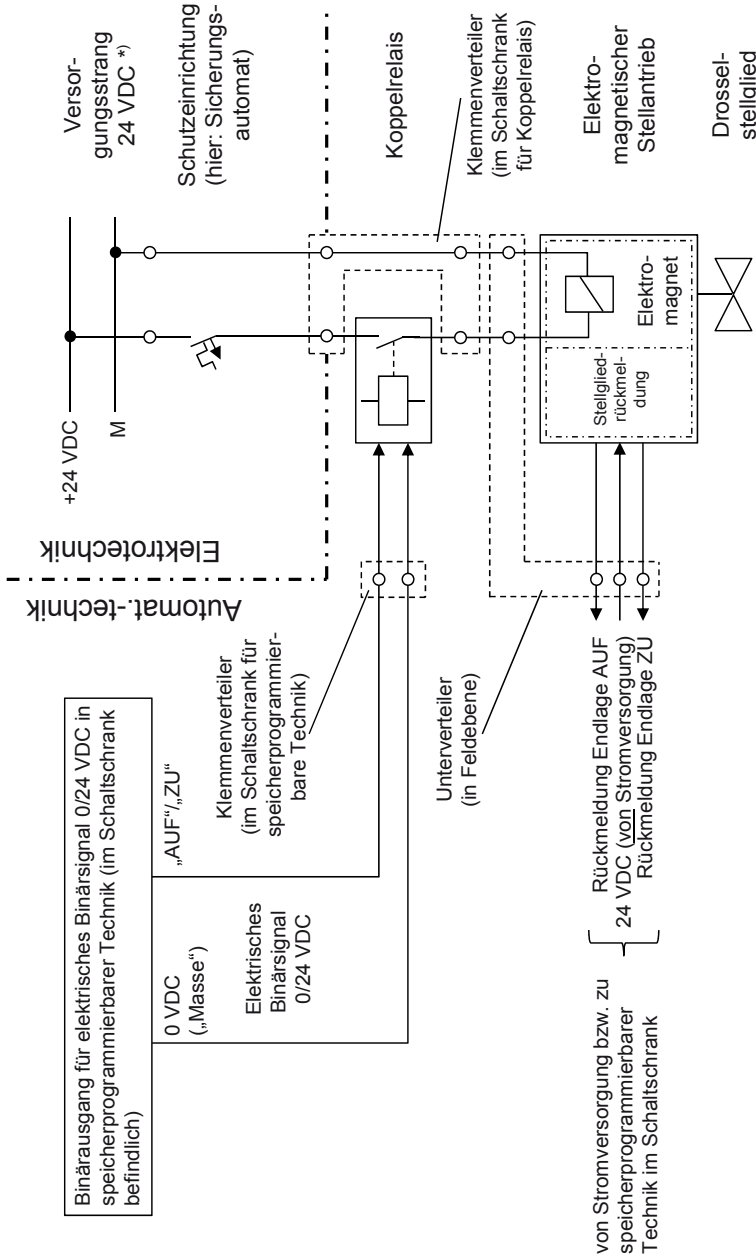




- 1) Neutral- sowie Schutzleiter nicht dargestellt!
- 2) Wenn für die Sicherheit ausreichend, kann Motorschutzschalter durch Leitungsschutzschalter ersetzt werden!
- 3) Eingesetzt wird: 2x Schaltschütz oder 1x *Wendestarter*.
- 4) Bei einphasigen Antrieben wird nur eine der Phasen L1, L2 bzw. L3 benötigt. Wenn im konkreten Fall zulässig, sind bei Einsatz eines dreiphasigen Motorschutzschalters die Strompfade in Reihe zu schalten!

- - - Nahtstelle zwischen Automat.-technik und Elektrotechnik  
 ○ Graphisches Symbol für elektrische Klemme

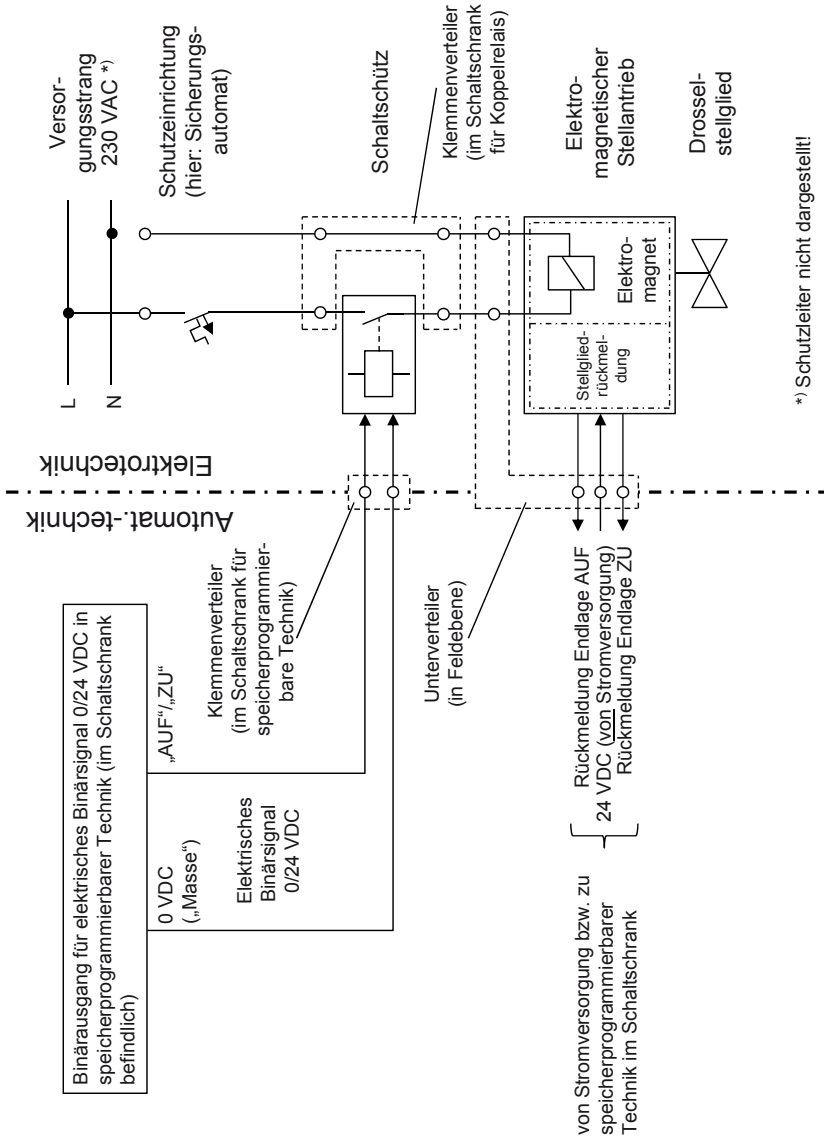
Typical 4): Drosselstelliglied mit elektromotorischem Stellantrieb, binär



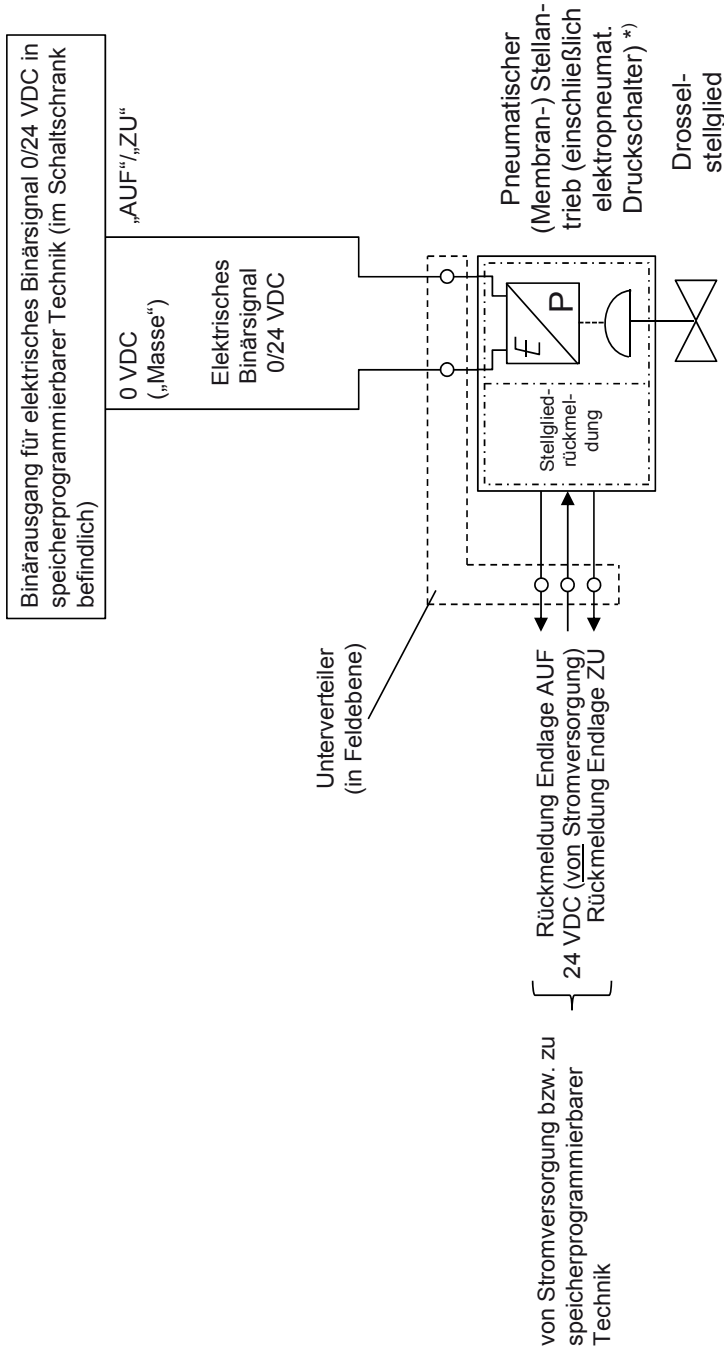
\*) Schutzleiter nicht dargestellt!

- · - · - · Nahtstelle zwischen Automat.-technik und Elektrotechnik
- Graphisches Symbol für elektrische Klemme

Typical 5a): Drosselstelliglied mit elektromagnetischem Stellantrieb, binär, Variante „Versorgungsspannung 24 VDC – Koppelrelais“



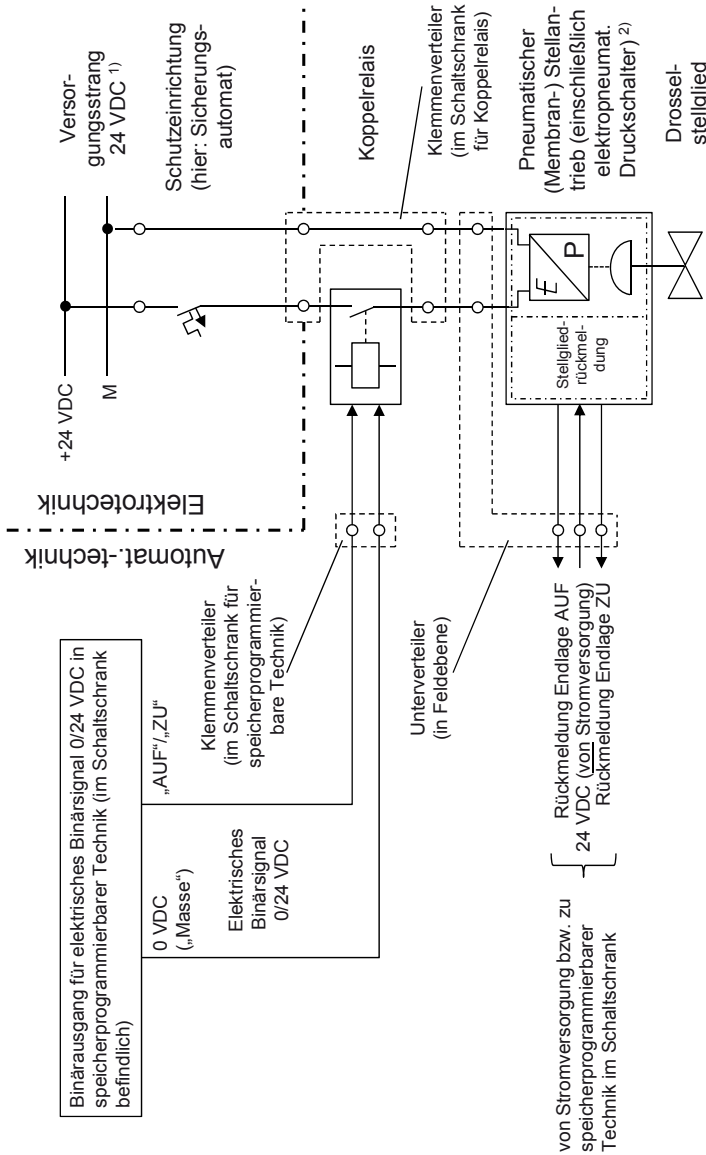
Typical 5b): Drosselstelliglied mit elektromagnetischem Stellantrieb, binär, Variante „Versorgungsspannung 230 VAC – Schaltschütz“



\*) Pneumatische Hilfsenergieversorgung der Steleinrichtung nicht dargestellt!

○ Graphisches Symbol für elektrische Klemme

Typical 6a): Drosselstellglied mit pneumatischem Stellantrieb, binär, Variante „Direktanschluss an speicherprogrammierbare Technik“



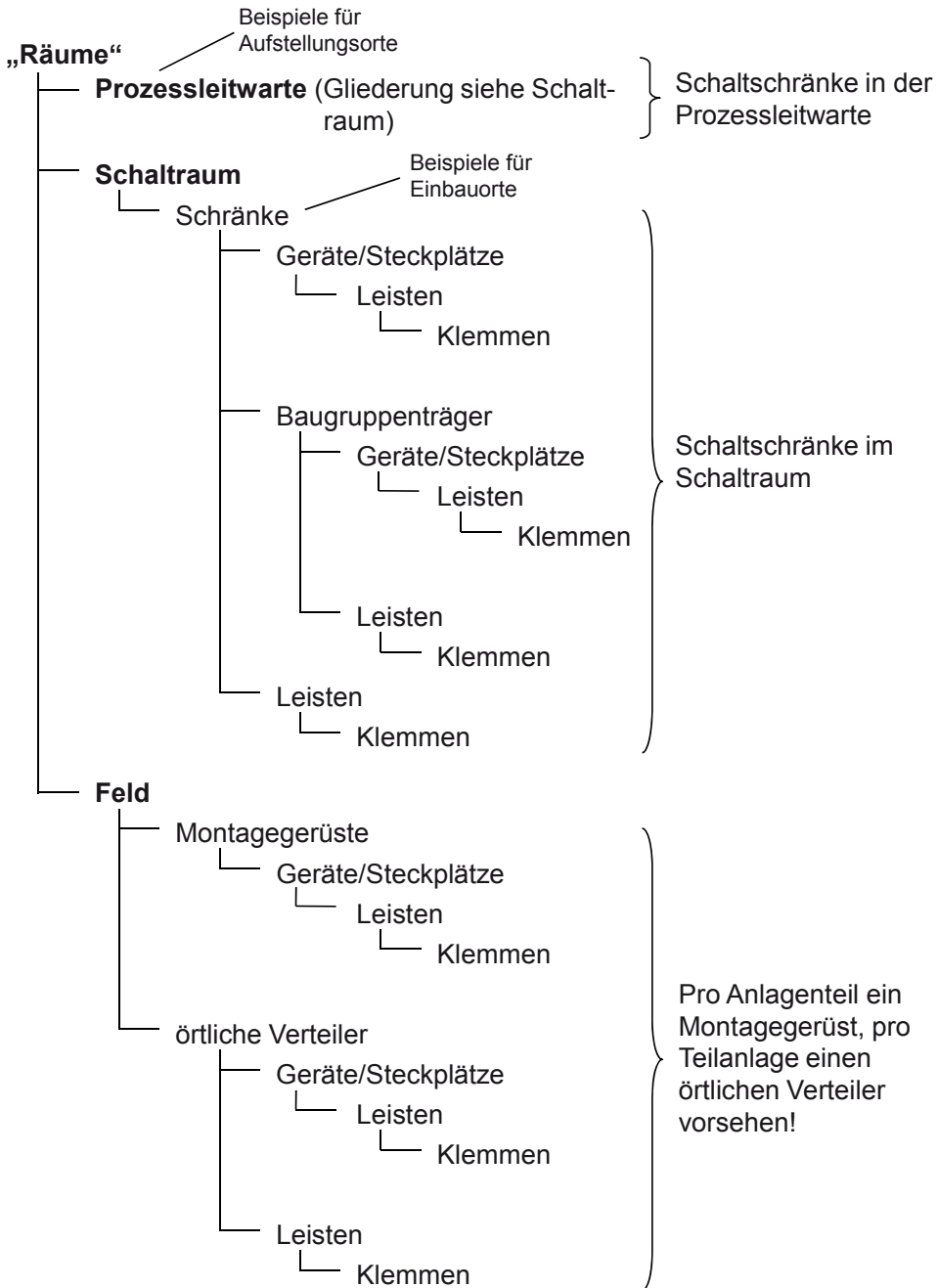
- 1) Schutzleiter nicht dargestellt!
- 2) Pneumatische Hilfsenergieversorgung der Stellrichtung nicht dargestellt!

- - - Nahtstelle zwischen Automat.-technik und Elektrotechnik
- Graphisches Symbol für elektrische Klemme

**Typical 6b): Drosselglied mit pneumatischem Stellantrieb, binär, Variante „Koppelrelais“**

(In Übersichtsdarstellung des Beispiels für das Verkabelungskonzept bei Automatisierung mit Prozessleitsystemen nicht mit enthalten – Verkabelung ist analog zu Typical 5a aufzubauen!)

### Anhang 6: Verallgemeinertes Beispiel zur örtlichen Gliederung



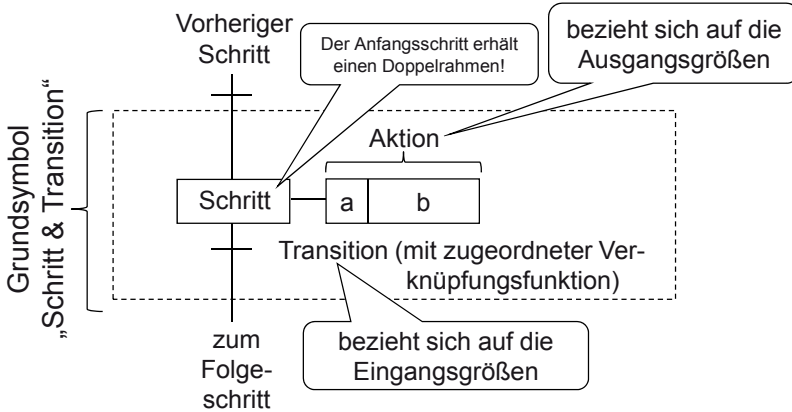
## Anhang 7: Ausgewählte Befehle der Fachsprache „AWL“ nach DIN EN 61131-3 [48]

Befehlsart	Befehl	Modifizierer	Bedeutung
Bitbefehle	LD	N *)	Laden eines Operanden
	ST		Speichern eines Operanden bzw. Zwischenergebnisses
	S		setzt booleschen Operanden auf „1“
	R		setzt booleschen Operanden auf „0“ zurück
	AND	N, (	Boolesche UND-Verknüpfung
	&		
	OR		
	XOR		Boolesche Exklusiv-ODER-Verknüpfung
Arithmetikbefehle	ADD	(	Addition
	SUB		Subtraktion
	MUL		Multiplikation
	DIV		Division
Vergleichsbefehle	GT	(	Vergleich: > ( <b>G</b> reater <b>T</b> han)
	GE		Vergleich: ≥ ( <b>G</b> reater or <b>E</b> qual than)
	EQ		Vergleich: = ( <b>E</b> qual)
	NE		Vergleich: <> ( <b>N</b> ot <b>E</b> qual)
	LE		Vergleich: ≤ ( <b>L</b> ess or <b>E</b> qual than)
	LT		Vergleich: < ( <b>L</b> ess <b>T</b> han)
Ablaufbefehle	JMP		Unbedingter Sprung zur Sprungmarke
		C	Bedingter Sprung zur Sprungmarke, wenn Bedingung erfüllt
		N	Bedingter Sprung zur Sprungmarke, wenn Bedingung nicht erfüllt
	CAL		Unbedingter Aufruf eines Funktionsbausteins
		C	Bedingter Aufruf eines Funktionsbausteins, wenn Bedingung erfüllt
		N	Bedingter Aufruf eines Funktionsbausteins, wenn Bedingung nicht erfüllt
	RET		Unbedingter Rücksprung von Funktion oder Funktionsbaustein
		C	Bedingter Rücksprung von Funktion oder Funktionsbaustein, wenn Bedingung erfüllt
		N	Bedingter Rücksprung von Funktion oder Funktionsbaustein, wenn Bedingung nicht erfüllt
	)		Klammer schließen

\*) „N“ bedeutet Negation

## Anhang 8: Überblick zum Aufbau der Fachsprache „AS“ nach DIN EN 61131-3 [48]

### Aufbau des Grundsymbols „Schritt & Transition“ zum Aufbau von Ablaufketten



### Erläuterungen zu Feld „a“ bzw. Feld „b“ einer Aktion

Zu verstehen als „Befehlsart“ oder auch Operation \*)

- a: Feld zum Eintragen des Bestimmungszeichens (siehe auch nachfolgende Tabelle),
- b: Feld zum Eintragen der Aktionsvariablen

Ausgangsgröße, auf die sich die Operation \*) bezieht

\*) Nicht zu verwechseln mit dem in Abschnitt 3.4.2 auf S. 134 für den prozessmodellbasierten Entwurf von Steueralgorithmen eingeführten Begriff „Operation“!

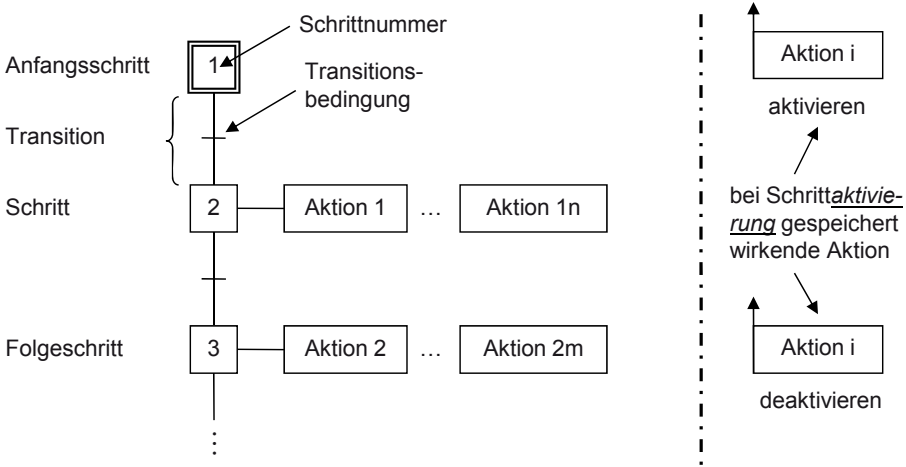
### Auswahl häufig verwendeter Bestimmungszeichen im Feld „a“ einer Aktion

Bestimmungszeichen	Erläuterung
N Nicht gespeicherte Aktion	Bei aktivem Schritt ist der Operand gleich Eins, nach Übergang zum nachfolgenden Schritt gleich Null.
S Gespeicherte Aktion (Setzen)	Bei Schritt-Aktivierung wird der Operand gleich Eins und bleibt solange gleich Eins, bis er in einem nachfolgenden Schritt zurückgesetzt wird.
R Gespeicherte Aktion (Rücksetzen)	Bei Schritt-Aktivierung wird der Operand gleich Null und bleibt solange gleich Null, bis er in einem nachfolgenden Schritt wieder gesetzt wird.
L Zeitbegrenzte Aktion (Time Limited)	Bei aktivem Schritt ist der Operand gleich Eins für eine Zeitdauer.
D Zeitverzögerte Aktion	Verzögert nach der Schritt-Aktivierung wird der Operand gleich Eins.

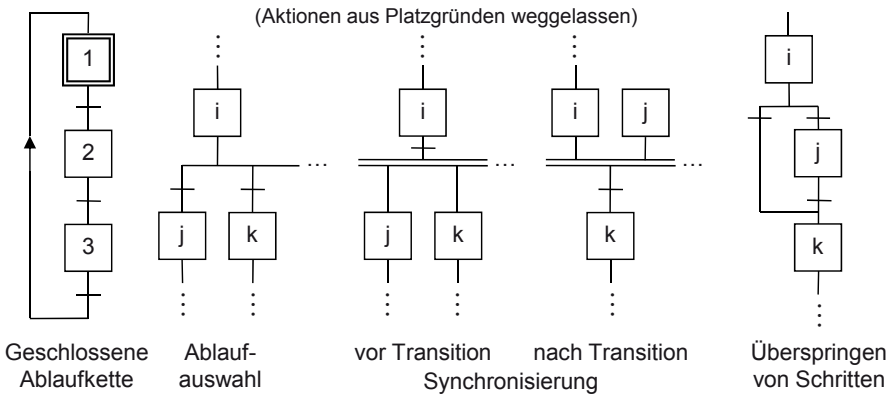


## Anhang 9: Ausgewählte Symbole für Funktionspläne der Ablaufsteuerung nach DIN EN 60848 (GRAFCET) [47]

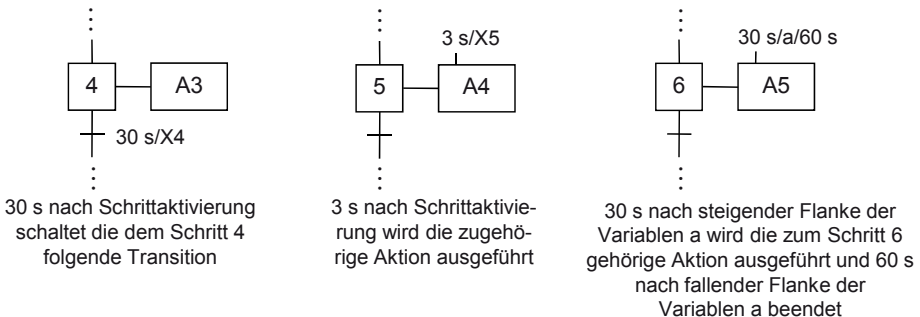
### Allgemeiner Aufbau einer Ablaufkette



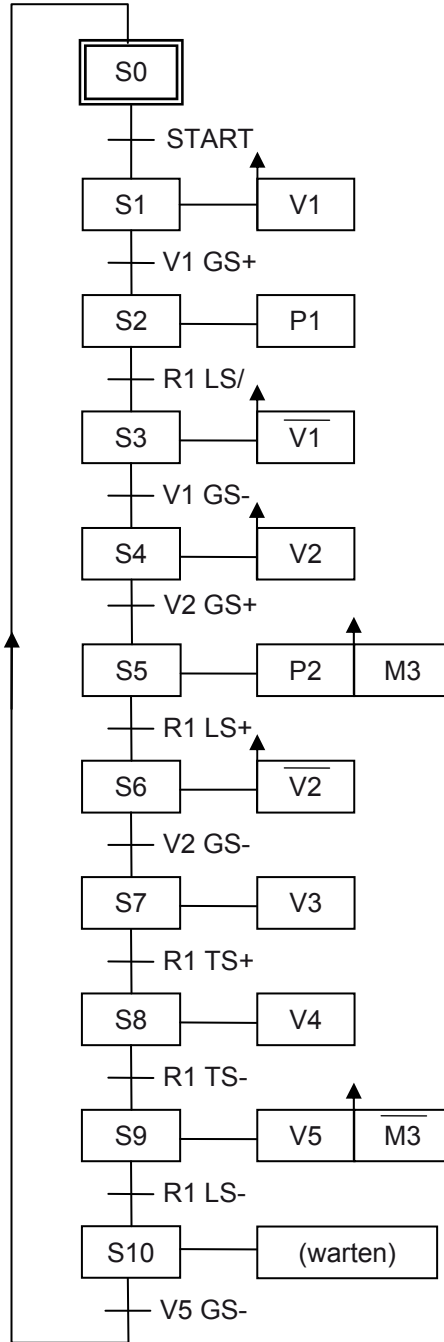
### Ablaufstrukturen



### Zeitabhängige Weiterschaltbedingungen bzw. Aktionen



Beispiel: Darstellung des Steueralgorithmus` nach Bild 3-129 (vgl. S. 177) mittels Symbolik für Funktionspläne der Ablaufsteuerung nach DIN EN 60848:



## Anhang 10: Empfehlung zur Angebotsgliederung

<Absenderanschrift>

<Kundenanschrift>

Angebot .....

Angebotsnummer .....

<Datum>

Sehr geehrte Damen und Herren,  
nachfolgend erhalten Sie, wie vereinbart, unser Angebot .....

Das Angebot enthält alle Komponenten für Einführung und Einsatz .....

### Unser Angebot im Überblick

#### *Die Aufgabe*

Am Standort werden.....

Als problematisch erweist sich hierbei.....

Hauptproblem ist.....

Darüber hinaus soll.....

Um dieses Ziel erreichen zu können, sind .....

Aufgrund der Vielzahl dabei zu berücksichtigender Aspekte (....) bietet sich der Einsatz von ... an.

#### *Die Lösung aus einer Hand*

Unsere Lösung umfasst folgende Komponenten:

- .....,
- .....,

Mit diesen Komponenten werden ....

Die ausführliche Beschreibung der angebotenen Lieferungen und Leistungen finden Sie im technischen Teil des Angebots (siehe Anlage...).

Die angebotene Lösung führen wir in folgenden Schritten ein:

1. ....,
2. ....,

*Die Investition*

Für eine Investition in Höhe von .... können Sie unsere Lösung einsetzen. Auf Basis unserer Erfahrungswerte liegt die Amortisationszeit unserer Lösungen zwischen ... und ... Jahren.

*Der Wert unserer Lösung*

Der Einsatz unserer Lösung wird einen erheblichen geschäftlichen Nutzen bieten können, weil

- .....,
- .....,

*Die Vorteile einer Zusammenarbeit mit ...*

Folgende Gründe sprechen für eine Realisierung des Projektes mit unserem Unternehmen:

- .....,
- .....,

Die ausführliche Beschreibung des Liefer- und Leistungsumfangs sowie die allgemeinen Vertragsbedingungen entnehmen Sie bitte dem nachfolgenden Angebotsteil.

Wir hoffen, dass unser Angebot Ihren Wünschen entspricht und sehen Ihrer Antwort erwartungsvoll entgegen. Für Fragen steht Ihnen ..... jederzeit gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Anlage: Beschreibung des Liefer- und Leistungsumfangs sowie allgemeine Vertragsbedingungen

**Anlage****Beschreibung des Liefer- und Leistungsumfangs  
sowie allgemeine Vertragsbedingungen für**

&lt;Gegenstand des Angebots&gt;

- Beschreibung des Liefer- und Leistungsumfangs

Aufgabenstellung

Lösungskonzept

Liefer- und Leistungsumfang

- Allgemeine Vertragsbedingungen

Preis und Preisbasis

Zahlungsbedingungen

&lt;Allgemeine Klauseln&gt;

&lt;Zahlungsplan (Beispiel!)&gt;

10%	Auftragserteilung
50%	Ereignis 2
40%	Ereignis 3

Eigentumsvorbehalt

Lieferfrist, Termine

Versandbedingungen und Liefervorbehalte

Abnahmeprozedur

Haftung

Gewährleistungsfrist

Angebotsbindefrist

Gerichtsstand und anwendbares Recht

# Sachwortverzeichnis

## A

- Abgrenzung zwischen kontinuierlichen und ereignisdiskreten Prozessen 144
- Ablauf der Kernprojektierung 23
- Abwicklungsphase 5, 6
- Akquisitionsphase 5
- Aktorik 2
- Angebotsaufbau
  - allgemein 211
  - allgemeiner Teil 212
  - Beispiel 250
  - kommerzieller Teil 214
  - technischer Teil 213
  - Vertragsbedingungen 214
- Anlagenkennlinie 50, 58
- Anschlusskennzeichnung
  - Kombination von Kennzeichnungsblöcken 108
  - Prinzip 106
- Armaturenliste 87
- Aufbau von Automatisierungsanlagen
  - Basisstruktur 17
  - Ebenenmodell 15
  - Strukturvariante „busbasiert“ 21
  - Strukturvariante „klassisch“ 19
  - Strukturvariante „modifiziert“ 20
  - Überblick 15
- Auswahl und Dimensionierung von Mess- bzw. Stelleinrichtungen, Prozessork, Bussystemen
  - allgemein 45
  - Bedien- und Beobachtungseinrichtungen 63
  - Bussysteme 63
  - Messeinrichtungen (Sensorik) 46
  - Prozessorik 63
  - Stelleinrichtungen (Aktorik) 46

## B

- Basic-Engineering
  - allgemein 8, 31
  - Armaturenliste 87
  - EMSR-Gerätelisteliste 87
  - EMSR-Stellenblatt 63
  - EMSR-Stellenliste 43
  - EMSR-Verbraucherliste 87
  - R&I-Fließschema 31

Signalliste 44

Verbraucher-Stellenblatt 63

## Betriebsmittel

- Kennbuchstaben für elektrische Betriebsmittel 105
- Kennbuchstaben für nichtelektrische Betriebsmittel 106

## Betriebsmittelkennzeichen

- elektrisches Betriebsmittel 103
- nichtelektrisches Betriebsmittel 103

## Betriebsmittelkennzeichnung

- allgemein 100
- Anschlusskennzeichnung 106
- aufgeteilte Kennzeichnungsschreibweise 100
- Beispiele 104
- Kennzeichnungsblock „Aufstellungsort“ 101
- Kennzeichnungsblock „Betriebsmittelkennzeichen“ 103
- Kennzeichnungsblock „Einbauort“ 101
- Kennzeichnungsblock „Übergeordnete Kennzeichnung“ 100
- Kombination von Kennzeichnungsblöcken 108
- Ortskennzeichnung 101
- zusammenhängende Kennzeichnungsschreibweise 100

## C

- CAE-Systeme für die Projektierung
  - Funktionsumfang – Basic-Engineering 198

## D

- Detailengineering
  - allgemein 8, 89
  - EMSR-Stellenplan 91
  - Erarbeitung der Anwendersoftware 115
  - Kabelliste 109
  - Kabelplan 111
  - Klemmenplan 111
  - Lasten-/Pflichtenheft 90
  - Montageanordnung (Hook-up) 115
  - Schaltschrank-Layout 112
  - Steuerungs- bzw. Regelungsentwurf 115
  - Verkabelungskonzept 91
  - druckfeste Kapselung 194

- Durchflussregelstrecke  
 Reglerparameter 168  
 Sprungantwort 166  
 statische Kennlinie 165
- E**
- Ebenenmodell 15  
 Eigensicherheit 194  
 Elektrische Hilfsenergieversorgung  
 Bereitstellung und Verteilung 180  
 Systematisierung 185  
 Verknüpfung mit pneumatischer  
 Hilfsenergieversorgung 188  
 Zuschaltung 183  
 EMSR-Geräteliste 87  
 EMSR-Stellenblatt 63  
 EMSR-Stellenliste 43, 44  
 EMSR-Stellenplan  
 allgemeiner Aufbau 91  
 fein 92  
 grob 92  
 Kombinationssymbole 94  
 Symbole 92  
 Symbole für Anpasser 93  
 Symbole für Aufnehmer 92  
 Symbole für Ausgeber, Regler, Steuer-  
 und Bediengeräte 93  
 Symbole für Stellgeräte und Zubehör  
 sowie Signalkennzeichen und  
 Leitungen 94  
 EMSR-Stellensymbol  
 allgemein 32  
 häufig verwendete Symbole 32  
 Erarbeitung der Anwendersoftware  
 allgemein 171  
 Fachsprachen 173  
 Ermittlung des elektrischen  
 Leistungsbedarfs 181  
 Experimentierfeld  
 „Prozessautomatisierung“ 9
- F**
- Fachkategorien 4  
 Fachsprachen nach DIN EN 61131-3  
 allgemein 173  
 Fachsprache AS 173, 248  
 Fachsprache AWL 173, 246  
 Fachsprache FBS 173  
 Fachsprache KOP 173  
 Fachsprache ST 173  
 Fein-EMSR-Stellenplan 92  
 Feldinstrumentierung 18, 20  
 Frequenzumrichter 70, 73, 226  
 Funktionsplan 7
- G**
- Gesamtumfang eines Automa-  
 tisierungsprojektes 14  
 Grob-EMSR-Stellenplan 92  
 Grundfließschema  
 allgemein 24
- H**
- Hilfsenergieversorgung  
 allgemein 179  
 Basisstruktur 179  
 Hook Up 115, 116  
 Hydraulische Hilfsenergieversorgung 190
- I**
- Ingenieurleistungen 23  
 Instrumentierung 3, 43, 45  
 Beispiel Rührkesselreaktor 81  
 Feldinstrumentierung 18, 20  
 Standardinstrumentierung 34
- K**
- Kabelliste 109  
 Kabelplan 111  
 Kalkulation von Automatisierungsprojekten  
 Aufteilung des Komponenten-  
 Nettopreises 207  
 Engineering 204  
 Hard- und Software 204  
 Kalkulationsmodell 202  
 Montage und Inbetriebsetzung 205  
 Nebenkosten 206  
 Kalkulationsmodell 202  
 kanonische disjunktive Normalform 126  
 KDNF 126  
 Kennbuchstaben  
 für Armaturen 30  
 für elektrische Betriebsmittel 105  
 für EMSR-Technik 40  
 für Maschinen, Apparate und Geräte 30  
 für nichtelektrische Betriebsmittel 106  
 für Unterlagenkennzeichnung 117  
 Kennzeichnung von Unterlagen  
 allgemein 115  
 Kennbuchstaben 117  
 Kennzeichnungsschreibweise  
 aufgeteilt 100  
 Kernprojektierung  
 Definition 8  
 Einordnung 23  
 Umfang 8  
 Klassifikation industrieller Prozesse 2  
 Klemmenplan 111, 113

- Kolbenhubpumpe
  - allgemein 53
  - Aufbau 53
- Kreiselpumpe
  - allgemein 47
  - Aufbau 47
- Kugelhahn
  - allgemein 54
- $k_V$ -Wert 56
- $k_{V0}$ -Wert 57
- $k_{Vs}$ -Wert 59
  
- L**
- Lasten-/Pflichtenheft 90
  - allgemein 90
  - Gliederung 90
- Lastenheft
  - Definition 22
  - Gliederung 24
- Leistungsbedarf
  - elektrischer 181
  - Ermittlung 181
- Leittechnisches Mengengerüst
  - allgemein 66
  - Komponente Informationsausgabe 69
  - Komponente Informationserfassung 67
  - Komponente Informationsverarbeitung 75
  - Strukturtabellen 222, 225, 228
  
- M**
- Messeinrichtung 4
- Modellbildung
  - pneumatischer Stellantrieb 147
  - Warmwasserbereiter 151
- Montageanordnung 115, 116
- Motorcontrolcenter 220
- Motorstarter 220
  
- N**
- nichtdeterministische Verzweigung
  - allgemein 135
  - funktionsbedingt 135
  
- O**
- Operation 134
- Örtliche Gliederung
  - allgemein 102
  - Beispiel 245
- Ortskennzeichnung 101
  - aufgeteilte Kennzeichnungsschreibweise 103
  - zusammenhängende Kennzeichnungsschreibweise 103
  
- P**
- Petri-Netz
  - Allgemein 131
  - Anwendungsbeispiel 131
- Pflichtenheft
  - allgemein 90
  - Gliederung 90
- PID-Regelglied in Parallelstruktur 145
- Planungs- und Koordinierungsinhalt 7
- Pneumatische Hilfsenergieversorgung
  - Bereitstellung und Verteilung 187
  - Verknüpfung mit elektrischer Hilfsenergieversorgung 188
- pneumatischer Stellantrieb
  - Aufbau 148
  - Modellbildung 147
  - statische Kennlinie 148
  - Übertragungsfunktion 149
- Potentiale
  - allgemein 107
  - Kennzeichnung 107
- Projekttablauf
  - Abwicklungsphase 6
  - Akquisitionsphase 5
  - Servicephase 7
- Projektakquisition
  - allgemein 208
  - Vergabeverhandlung – allgemein 209
  - Vergabeverhandlung – Personengruppen 209
  - Vergabeverhandlung – Schwerpunkte 210
- Projektierung (Definition) 8
- Prozessklassen 2
- prozessmodellbasierter Steuerungsentwurf
  - nach Zander
    - allgemein 133
    - Anwendungsbeispiel 138
    - nichtdeterministische Verzweigung, allgemein 135
    - nominaler Prozess 133
    - Operation 134
    - Prozessnetz, allgemein 133
    - Prozessnetz, Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 140
    - Prozessnetz, Anwendungsbeispiel Transportschleppen 143
    - Prozesszustand 134
    - Rückwärtsverschiebung allgemein 136
    - Rückwärtsverschiebung Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 141



Rückwärtsverschiebung Anwendungs-  
beispiel Transportschlitten 143  
Steuernetz allgemein 133  
Steuernetz Anwendungsbeispiel  
Rührkesselreaktor 141  
Steuernetz Anwendungsbeispiel  
Transportschlitten 143  
Prozessnetz  
allgemein 133  
Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor  
140  
Anwendungsbeispiel Transportschlitten  
143  
Prozessorik 3  
Prozesssicherung  
allgemein 192  
Basisansatz nach VDI/VDE 2180 192  
Explosionsschutz – allgemein 193  
Explosionsschutz – Gruppen- bzw  
Zoneneinteilung 193  
Schutzgrade – allgemein 195  
Schutzgrade – Berührungs- und  
Fremdkörperschutz 196  
Schutzgrade – Wasserschutz 196  
Prozesszustand 134

**Q**

Querverweise  
allgemein 107  
Kennzeichnung 107

**R**

R&I-Fließschema  
allgemein 31  
Darstellung binärer Steuerungen 39  
Darstellung von Regelkreisen 38  
EMSR-Stellensymbol allgemein 32  
Informationsinhalt 25  
Kennbuchstaben für Armaturen 30  
Kennbuchstaben für die EMSR-  
Technik 40  
Kennbuchstaben für Maschinen,  
Apparate und Geräte 30  
Spezifizierung des Stellantriebs 27  
Symbole für Sachgruppe 10-18 28  
Symbole für Sachgruppe 1-9 28  
Symbole für Sachgruppe 19-22 29  
Symbole für Sachgruppe 23-26 29  
verwendete EMSR-Stellensymbole 33  
Regelungsentwurf  
allgemeiner Ablauf 146  
Reglerentwurf  
experimentelle Vorgehensweise 170

Kennwertberechnung nach Strejc –  
Anwendungsbeispiel 167  
mittels Streckenkennwerten 157  
Verfahren nach Chien/Hrones/Reswick –  
allgemein 157  
Verfahren nach Chien/Hrones/Reswick –  
Anwendungsbeispiel 158  
Verfahren nach Chien/Hrones/Reswick –  
Einstellregeln 158  
Verfahren nach Reinisch – allgemein  
161  
Verfahren nach Reinisch – Anwendungs-  
beispiel 164  
Verfahren nach Reinisch – Einstellregeln  
164  
Verfahren nach Strejc – allgemein 166  
Verfahren nach Strejc-Chien/Hrones/  
Reswick – Anwendungsbeispiel 168  
Verfahren nach Ziegler/Nichols –  
allgemein 159  
Verfahren nach Ziegler/Nichols –  
Anwendungsbeispiel 168  
Verfahren nach Ziegler/Nichols –  
Einstellregeln 161  
Verfahren nach Ziegler/Nichols – Wahl  
der Reglerstruktur 160  
Rohrleitungs- und Pumpenkennlinie  
im Zusammenwirken 59  
Rohrleitungskennlinie 58  
Rückwärtsverschiebung  
Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor  
141  
Anwendungsbeispiel Transportschlitten  
143  
Rückwärtsverschiebung  
allgemein 136

**S**  
Schaltschrank-Layout 112, 114  
Schieber  
allgemein 54  
Sensorik 2  
Servicephase 5, 7  
Signalkennzeichnung  
allgemein 107  
Kombination von  
Kennzeichnungsblöcken 108  
Signalliste 44  
Spezialbaugruppe 77, 228  
Spezifizierung des Stellantriebs im  
Verfahrens- bzw. R&I-Fließschema 27  
Standardinstrumentierung 34  
Stelleinrichtung 4  
Stellglied 47

- Stellglieder für die Stoffstromstellung
    - allgemein 54
    - Aufbau 54
  - Stellklappe
    - allgemein 54
  - Stellventil
    - allgemein 54
    - Aufbau 54
    - Bestimmung der Kennlinie 56
    - Druckabfälle 62
    - $k_V$ -Wert 56
    - $k_{V0}$ -Wert 57
    - $k_{Vs}$ -Wert 59
    - Stellverhältnis 60
    - Vierquadrantenmethode 63
  - Stellverhältnis 60
  - Steuernetz
    - allgemein 133
    - Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 141
    - Anwendungsbeispiel Transportschlitten 143
  - Steuerungsentwurf
    - Ablauf 120
      - allgemein 118
      - Petri-Netz 131
      - Petri-Netz Station verschließen 132
    - Verfahren nach Karnaugh – allgemein 126
    - Verfahren nach Karnaugh – Anwendungsbeispiel 126
    - Verfahren nach Kazakov – allgemein 127
    - Verfahren nach Kazakov – Anwendungsbeispiel 128
    - Verfahren nach Zander – allgemein 133
    - Verfahren nach Zander – Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 138
    - Verfahren nach Zander – Anwendungsbeispiel Transportschlitten 142
    - Verfahren nach Zander – nichtdeterministische Verzweigung 135
    - Verfahren nach Zander – nominaler Prozess 133
    - Verfahren nach Zander – Operation 134
    - Verfahren nach Zander – Prozessnetz allgemein 133
    - Verfahren nach Zander – Prozessnetz Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 140
    - Verfahren nach Zander – Prozessnetz Anwendungsbeispiel Transportschlitten 143
  - Verfahren nach Zander – Prozesszustand 134
  - Verfahren nach Zander – Rückwärtsverschiebung allgemein 136
  - Verfahren nach Zander – Rückwärtsverschiebung Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 141
  - Verfahren nach Zander – Rückwärtsverschiebung Anwendungsbeispiel Transportschlitten 143
  - Verfahren nach Zander – Steuernetz allgemein 133
  - Verfahren nach Zander – Steuernetz Anwendungsbeispiel Rührkesselreaktor 141
  - Verfahren nach Zander – Steuernetz Anwendungsbeispiel Transportschlitten 143
  - Strukturvarianten für den allgemeinen Aufbau von Automatisierungsanlagen
    - busbasiert 21
    - klassisch 19
    - modifiziert 20
    - Überblick 19
  - Symbole für Ausgeber, Regler, Steuer- und Bediengeräte 93
  - Symbole für EMSR-Stellenpläne
    - Anpasser 93
    - Aufnehmer 92
    - Kombinationssymbole 94
    - Stellgeräte und Zubehör sowie Signalkennzeichen und Leitungen 94
- T**
- Typical 85
- U**
- Übergangsfunktion
    - Strecke mit Ausgleich 154
    - Strecke ohne Ausgleich 154
- V**
- Ventilautorität 59
  - Verbraucherabzweig
    - allgemein 42
    - Aufbau 220
  - Verbraucherliste 87
  - Verbraucher-Stellenblatt 63
  - Verfahrensfließschema 26
    - allgemein 24
    - Informationsinhalt 25

- Kennbuchstaben für Armaturen 30
  - Kennbuchstaben für Maschinen, Apparate und Geräte 30
  - Spezifizierung des Stellantriebs 27
  - Symbole für Sachgruppe 10-18 28
  - Symbole für Sachgruppe 1-9 28
  - Symbole für Sachgruppe 19-22 29
  - Symbole für Sachgruppe 23-26 29
  - Vergleich der Informationsinhalte von Grundfließ-, Verfahrensfließ- sowie R&I-Fließschema 25
  - Vergusskapselung 194
  - Verhalten von Stelleinrichtungen bei Hilfsenergieausfall 43
  - Verkabelungskonzept 91
    - bei Automatisierung mit Prozessleitsystem 233
  - Vertragsbedingungen 214
  - Verwendung der EMSR-Stellenkennzeichnung
    - „EU“ 41
    - „US“ 41
  - Verwendung des Kennbuchstabens „S“ als Folgebuchstabe 41
  - Verzweigung
    - nichtdeterministische 135
  - Vierquadrantenmethode 60
    - Ablauf 60
    - Diagramm 62
- W**
- Warmwasserbereiter
    - Aufbau 151
    - Modellbildung 151
    - Übertragungsfunktion 153
  - Wirkungsplan einschleifiger Regelkreise mit PID-Reglern 144
  - Wirkungswege 37
- Z**
- Zündschutzart
    - druckfeste Kapselung 194
    - Eigensicherheit 194
    - Vergusskapselung 194