zenon
by COPA-DATA

zenon Handbuch

Energy Edition

v.8.20

© 2020 Ing. Punzenberger COPA-DATA GmbH

Alle Rechte vorbehalten.

Die Weitergabe und Vervielfältigung dieses Dokuments ist - gleich in welcher Art und Weise - nur mit schriftlicher Genehmigung der Firma COPA-DATA gestattet. Technische Daten dienen nur der Produktbeschreibung und sind keine zugesicherten Eigenschaften im Rechtssinn. Änderungen - auch in technischer Hinsicht - vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

1 Willkommen bei der COPA-DATA Hilfe 5

2 Energy Edition 6

3 Automatic Line Coloring (ALC) - Topologie 7

3.1 ALC Elemente 8

3.1.1 Verfahrenstechnische Elemente via Combi-Element 9

3.1.2 Leitungen 23

3.1.3 Überprüfung der Projektierung 30

3.2 Konfiguration 31

3.2.1 Konfiguration der Quellen 31

3.2.2 Konfiguration der Topologischen Verriegelung 37

3.2.3 Konfiguration der Bildmarker 43

3.3 Funktion: ALC-Quellenfarbe ändern 44

3.4 Alias für Detailbilder 45

3.5 Fehlerortung in elektrischen Netzen 48

3.5.1 Erdschlusssuche 50

3.5.2 Kurzschlusssuche 57

3.5.3 Säumung 61

3.6 Impedanzbasierende Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung 63

3.6.1 Impedanzbasierende Fehlerortung des Kurzschlusses 64

3.6.2 Lastverteilungsrechung 65

3.6.3 Erweitertes topologisches Modell 66

3.6.4 API 68

3.7 Lastflussberechnung 69

3.7.1 Allgemein 69

3.7.2 Voraussetzungen 71

3.7.3 Projektieren im Editor 71

3.7.4 Bild vom Typ Lastfluss (n-1)-Berechnung 78

3.7.5 Bildumschaltung für die Lastfluss (n-1)-Berechnung 83

3.7.6 Bedienung in der Runtime 89

3.7.7 Berechnung 91

3.7.8 Warnmeldungen und LOG-Einträge 95

3.8 State Estimator 99

3.8.1 Projektierung im Editor 100

4 Schaltfolgen 101

5 Befehlsgabe 101
5.1 Befehlsgabe 104
5.2 Befehlsgabe Detailansicht Symbolleiste und Kontextmenü 104
5.3 Projektieren im Editor 107
5.3.1 Bild vom Typ Befehlsgabe anlegen 109
5.3.2 Variablen der Befehlsgruppe 128
5.3.3 Befehlsgabe projektieren 131
5.3.4 Menü erzeugen 183
5.3.5 Runtime Dateien erzeugen 184
5.4 Bedienen in der Runtime 189
5.4.1 Ausführung eines Befehls 189
5.4.2 Bildtyp Befehlsgabe 199
5.4.3 Nachladen 212
5.4.4 Protokollierung in der CEL 212
5.4.5 Serverwechsel im Redundanzbetrieb 213
5.4.6 Runtime beenden 213
5.4.7 Rückmeldevariable sperren 213

1 Willkommen bei der COPA-DATA Hilfe

ZENON VIDEO-TUTORIALS

Praktische Beispiele für die Projektierung mit zenon finden Sie in unserem YouTube-Kanal (https://www.copadata.com/tutorial_menu). Die Tutorials sind nach Themen gruppiert und geben einen ersten Einblick in die Arbeit mit den unterschiedlichen zenon Modulen. Alle Tutorials stehen in englischer Sprache zur Verfügung.

ALLGEMEINE HILFE

Falls Sie in diesem Hilfekapitel Informationen vermissen oder Wünsche für Ergänzungen haben, wenden Sie sich per E-Mail an documentation@copadata.com.

PROJEKTUNTERSTÜTZUNG

Unterstützung bei Fragen zu konkreten eigenen Projekten erhalten Sie vom Customer Service, den Sie per E-Mail an support@copadata.com erreichen.

LIZENZEN UND MODULE

Sollten Sie feststellen, dass Sie weitere Module oder Lizenzen benötigen, sind unsere Mitarbeiter unter sales@copadata.com gerne für Sie da.

2 Energy Edition

Bei der zenon Energy Edition handelt es sich um ein Paket mit speziellen Funktionalitäten für die Energie- beziehungsweise die Verfahrenstechnik. Dabei profitiert der Anwender von einfach zu implementierenden Funktionalitäten, die ihm rasch eine individuelle Anpassung der Applikation an physikalische Gegebenheiten ermöglichen.

Für die **Energy Edition** stehen zur Verfügung:

- Befehlsgabe
- ALC (**Automatic Line Coloring**): Bereits in der Lizenz für die Energy Edition enthalten, stellt grundlegende Eigenschaften der Linieneinfärbung zur Verfügung.
- Schaltfolgen
- Topologisches Element Trafo
- Topologie-Paket: Benötigt zusätzliche Lizenzierung am Server (nicht am Client) und erweitert ALC um:
  - Mehrfachversorgung
  - Gesicherte Versorgung
  - Topologische Verriegelungen
  - Topologisches Element Trenner
  - Fehlerortung und Erdschlusssuche
- Das Modul **Lastflussberechnung** implementiert folgende Funktionalität:
  - Berechnung für 3-Phasen, Hochleistungs-Energienetze.
  - Ableitung des Lastflussmodells aus Bildern mit ALC-Elementen (aktive Elemente, geschlossene Schalter, ...).
  - Berechnung des Lastflusses für den aktuellen Modell-Zustand (aus den Werten der ALC-Elemente).
  - Topologische Verriegelungen, basierend auf Vorausberechnung des ALC-Modells.

- (n-1)-Berechnung.
  Visualisierung einer möglichen Überlastung des Netzes, z.B. bei Ausfall einer Leitung.
- State Estimator

  Das Modul **State Estimator** ist ein zusätzliches Modul zum Modul **Lastflussberechnung**.

  Sind an den Knoten im topologischen Netz nicht alle für eine Lastflussberechnung notwendigen zu- oder abfließenden Leistungen bekannt, kann der **State Estimator** diese aus weiteren Messwerten im Netz rekonstruieren.
  Elektrotechnische Parameter (Leistungen) werden vom **State Estimator** geschätzt. Dazu verwendet der **State Estimator** die Werte von Messpunkten auf Leitungen.

3 Automatic Line Coloring (ALC) - Topologie

Die topologische Einfärbung von Leitungen dient zur einfachen automatischen Dynamisierung von Leitungen in der Verfahrenstechnik (für Medien) sowie in der elektrischen Energieverteilung (für Strom). Damit lassen sich die prozessgesteuerten Einfärbungen von topologischen Netzen einfach realisieren.

Aufgrund der Projektierung im Bild wird die Leitungsstruktur einschließlich ihrer angeschlossenen verfahrenstechnischen Elemente (z. B. Tanks und Ventile, oder Generatoren, Schalter und Verbraucher) intern als Modell nachgebildet und der Medienfluss während der Runtime dargestellt.

Um bildübergreifende Modelle zu ermöglichen, ist die gesamte Projektierung sowie Konfiguration immer projektweit. Es ergibt sich somit pro Projekt ein gesamtes Topologisches Modell, das zur Berechnung der Leitungszustände und schließlich zur Färbung der einzelnen Leitungen herangezogen wird.

Die gesamte Topologie wird dabei aus dem grafischen Design unter Anordnung der Elemente automatisch erstellt. Es sind keine weiteren projektiertechnischen Maßnahmen notwendig.

Info

Ausgehend von einer Quelle, durchläuft der ALC Algorithmus jeden Schalter nur einmal pro Richtung.

DETAILBILDER

Für die Darstellung von Einzelbildern kann mit der Hilfe von Alias ein Teilbereich aus dem Topologischen Netz herausgenommen und einzeln dargestellt werden. Ein Detailbild (auf Seite 45) kann mit den Daten unterschiedlicher Anlagenteile, z. B. Abgängen oder Teilnetzen, dargestellt werden.

3.1 ALC Elemente

Automatic Line Coloring (ALC) ermöglicht es, Leitungen abhängig vom Prozesszustand einzufärben. Als verfahrenstechnisches Element wird das Combi-Element verwendet. ALC dient zur einfachen automatischen Dynamisierung von Leitungen in der Verfahrenstechnik (für Medien) sowie topologischen Netzen in der elektrischen Energieverteilung (für Strom).

PROJEKTIERUNG

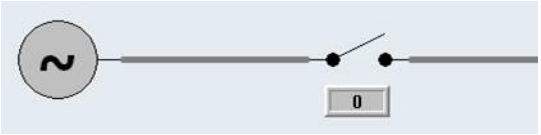
Für die Projektierung werden zwei Typen von Bildelementen mit verschiedener Funktion unterschieden. Zum einen sind dies Verfahrenstechnische Elemente (auf Seite 9) (Quelle, Schalter, Trenner, Senke, Trafo oder Link) und zum anderen Leitungen (auf Seite 23).

Dabei ist es so, dass die verfahrenstechnischen Elemente eine Funktion und eine Farbe (Quelle und Trafo) besitzen. Wenn die verfahrenstechnischen Elemente aktiv sind, übernehmen die abgehenden Leitungen bei Quelle und bei Trafo die Farbe dieser Elemente oder nehmen bei Schalter und bei Link die Farbe der Eingangsleitung des Elements an. Bei Inaktivität der verfahrenstechnischen Elemente wird die Farbe der Leitungen aus der Projektierung im Element übernommen.

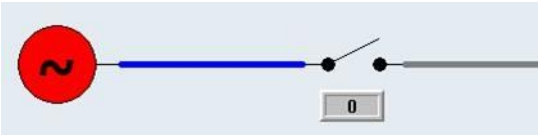
Die verschiedenen Funktionen dieser Elemente werden in den Eigenschaften des Combi Elementes zugewiesen.

BEISPIEL

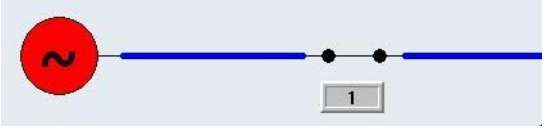
Eine Quelle verfügt über eine angeschlossene Leitung. An diese Leitung ist ein Schalter angeschlossen. Daran ist wiederum eine zweite Leitung angeschlossen. Wenn die Quelle aktiv ist, wird die erste Leitung bis zum Schalter mit der in den Projekteigenschaften des Automatic Line Coloring definierten Farbe der Quelle eingefärbt. Die weitere Leitung wird erst dann eingefärbt, wenn der Schalter geschlossen ist.



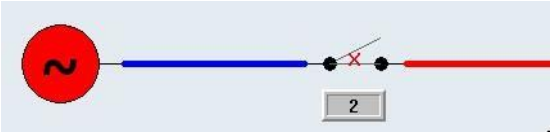
Quelle inaktiv



Quelle aktiv



Schalter geschlossen



Undefiniert oder gestört

> **Info**
>
> Befindet sich das verfahrenstechnische Element im Zustand *undefiniert* oder *gestört*, wird dies automatisch erkannt. Die abgehenden Leitungen und alle weiteren Elemente werden für beide Status in der Farbe der vordefinierten Quelle *undefiniert* angezeigt.

ANZAHL GESCHLOSSENE SCHALTER IN EINER REIHE

Für das korrekte Funktionieren des ALC-Algorithmus spielt es eine Rolle, wie viele geschlossene Schalter in einer Reihe angeordnet sind.

Empfehlung: Ordnen Sie maximal 256 geschlossene Schalter in einer Reihe zwischen Quelle und Senke an.

3.1.1 Verfahrenstechnische Elemente via Combi-Element

Verfahrenstechnische Elemente werden in zenon mit einem **Combi-Element** erstellt und bestimmen je nach Zustand die Einfärbung der angeschlossenen Leitung.

> **Achtung**
>
> Bei aktivem ALC hat das Combi-Element keinen Einfluss auf das Zeichnen von Linien. Es steuert nur die Sichtbarkeit von Elementen.
> Das bedeutet: Auch unsichtbare Linien leiten ihre Farben immer weiter!
>
> Das gilt auch für ALC-Linien deren Sichtbarkeit von einer Variablen bestimmt wird. Ausgenommen sind Linien mit **Alias**. Diese stellen die Farbe dar, leiten sie jedoch nicht weiter.

EINSTELLUNGEN

Mit dem Wert der Eigenschaft **Funktionstyp** wird der verfahrenstechnische Typ des Combi-Elements festgelegt.
Zur Verfügung stehen:

Funktionstyp	Beschreibung
keine Funktion	Das Element hat im ALC keine Funktion. **Hinweis:** Der Funktionstyp "*keine Funktion*" ist der Defaultwert.
Quelle	Dient als Lieferant für eine Farbe. Ist die Quelle aktiv (Wert: *1*), bekommen alle angeschlossenen Leitungen, die in der Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** die Option **Farbe aus ALC** gesetzt haben, die Farbe der Quelle zugewiesen. Die Farbe ist durch die in den Projekteigenschaften für die Quelle definierte Quellfarbe bestimmt. (z. B. Tanks oder Generatoren). Eine Quelle ist ein Ein-Pol, dem eine statische Quellenummer zugeordnet ist. Die Quelle ist über den Zustand ihrer Hauptvariable schaltbar. Quellen gelten grundsätzlich als netzsynchron und kuppelbar. Für die topologische Verriegelung (auf Seite 37) *Zusammenschalten unterschiedlicher Spannungsebenen* wird die Nennspannung der Quelle berücksichtigt. Details zur Quelle finden Sie im Kapitel Konfiguration der Quellen (auf Seite 31).
Generator	Ein Generator verhält sich prinzipiell wie eine Quelle, nur dass er grundsätzlich als eigenständig und nicht-netzsynchron angenommen wird. Für die topologische Verriegelung (auf Seite 37) *Kuppeln von Netzen* wird die Nummer der Quelle, die mit einem Generator verknüpft ist, berücksichtigt.
Schalter	Damit können Leitungen unterbrochen werden. Ist der Schalter *geschlossen/aktiv* (Wert: *1*), dann ist die Verbindung zwischen zwei Leitungen geschlossen und die Leitung wird in der Runtime bis zum nächsten Schalter mit der definierten Farbe der Quelle eingefärbt. Ein Schalter leitet in diesem Fall die Quellen-Farbe der Eingangsleitung an die Ausgangsleitung weiter. Ist der Zustand des Schalters *gestört* (Wert: *3*) oder *undefiniert* (Wert: *2*) oder Status der Hauptvariable ist INVALID, wird die Leitung in der Farbe *undefiniert* aus der ALC Konfiguration eingefärbt. Die Parametrierung der Farben projektieren Sie in der Eigenschaft **ALC Konfiguration** in der Projekt-Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**. Ein

Funktionstyp	Beschreibung
	Schalter liefert somit an seinem Ausgang (Anschluss *2*) anstatt der eingehenden Quellennummer die Quellennummer *0* (undefiniert). **Beispiel:** siehe Abschnitt **Beispiel Schalter - Farben aus ALC** (auf Seite 16). **Hinweis**: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt.
Trenner	Ein Trenner verhält sich prinzipiell wie ein *Schalter*. Allerdings darf ein Trenner im Topologischen Modell nicht unter Spannung geschaltet werden - topologische Verriegelung "**Trenner unter Last**" in der Befehlsgabe. Auch wie beim Schalter die Hauptvariable bestimmt der Zustand: *Ein*, *Aus*, *Zwischenstellung*, *gestört*. **Hinweis**: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt.
Transformator	Ein Transformator ist gleichzeitig eine Senke und eine Quelle. Er dient dazu die Eingangsfarbe (Eingangsquelle) gegen eine Ausgangsfarbe (Trafo eigene Quelle) auszutauschen. Erst wenn der Transformator eine aktive Eingangsleitung hat, wird die Ausgangsleitung ebenfalls aktiv angezeigt. Die Ausgangsleitung bekommt jedoch nicht die Farbe der Eingangsleitung wie beim Schalter, sondern die Farbe der eigenen Quelle des Transformators. Bei jedem Transformator muss daher eine Quelle eingestellt werden. Ein Transformator kann nicht aktiv oder inaktiv geschaltet werden, er ist immer aktiv, unabhängig vom Wert der verknüpften Variable. **Hinweis**: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt. *Rückspeisefähiger Transformator:* Um einen rückspeisefähigen Transformator zu erhalten, müssen Sie bei **Quelle für Rückspeisung** eine andere Quelle als *UNDEFINED [0]* auswählen. Das bedeutet, dass sich der Transformator in beiden Richtungen - vom Eingang zum Ausgang (Vorwärtsrichtung) und auch vom Ausgang zum Eingang (Rückwärtsrichtung) - gleich verhält. Der einzige Unterschied besteht darin, dass zur Weitergabe der Informationen (z.B. Farben) im topologischen Modell die Quellnummer der Eigenschaft **Quelle für Rückspeisung** und nicht die der Eigenschaft **Quelle** verwendet wird.

Funktionstyp	Beschreibung
	Hinweis: Fehlerhafte Netzzustände oder fehlerhafte Projektierungen, wie z. B. gleichzeitige Speisung von Eingang und Ausgang oder Kurzschluss von Eingang und Ausgang werden nicht speziell eingefärbt. Das bedeutet, dass sich der rückwärtsspeisefähige Transformator wie zwei antiparallel geschaltete Trafos verhält, die nicht rückwärtsspeisefähig sind.
Kondensator	Der Kondensator ist als Last nur einseitig anschließbar. Für die **Lastflussberechnung** dient der Kondensator als Kompensation der Blindleistung.
Schieber	Ein Schieber (ein Ventil) verhält sich ähnlich wie ein *Schalter*, wird aber für Wasser- und Gasleitungen verwendet. Werte der Hauptvariable: ▸ Schieber AUS: Wert *0* -> Schieber geschlossen -> keine Weiterleitung ▸ Schieber EIN: Wert *1* -> Schieber komplett geöffnet -> Weiterleitung ▸ Schieber Wert *2 (intermediate)* -> Schieber teilweise geöffnet -> Weiterleitung ▸ Schieber Wert *3 (Fehler)* -> Schieber gestört **Hinweis**: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt.
Rückschlagventil	Das *Rückschlagventil* leitet Informationen nur in eine Richtung weiter. Werte der Hauptvariable: ▸ *Wert 0*: Die Weiterleitung ist nicht aktiv (= das Ventil ist geschlossen) ▸ *Wert 1 oder 2*: Eine Weiterleitung ist nur in eine Richtung möglich. Dabei wird die Farbe der Quelle ausschließlich vom Eingang zum Ausgang weitergeleitet. Eine Weiterleitung in die Gegenrichtung ist nicht vorgesehen. Dies betrifft auch das Weiterleiten der ALC-Information für die Farbe der Erde. ▸ *Wert 3*: Die Weiterleitung ist undefiniert. Dies tritt z.B. dann auf, wenn das *Rückschlagventil* gestört ist. In diesem Fall wird der Zustand nur am Ausgang weitergeleitet.

Funktionstyp	Beschreibung
	Hinweis: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt. Das *Rückschlagventil* wird auch von der topologischen Verriegelung (auf Seite 37) berücksichtigt.
Senke	Damit wird das Ende der Leitung festgelegt. Die Senke hat keinen Einfluss auf die Farbberechnung, sondern wird ausschließlich dazu verwendet, dass das Modell vollständig abgebildet werden kann. Soll mit externen Programmen (z. B. VBA) auf das Modell zugegriffen werden, dann ist die Senke unter Umständen für weitere Berechnungen erforderlich, und damit auch zu projektieren. In Energieprojekten wird die Senke zur Darstellung von Verbrauchern verwendet. Diese werden zur Berechnung der ALC - topologischen Verriegelungen (in der **Befehlsgabe**) '**Verbraucher würde nicht mehr versorgt werden**' herangezogen.
Abschluss	Für Sammelschienenende. Unterdrückt beim Kompilieren im Editor die Fehlermeldung *"Linie nur einseitig angeschlossen"*.
Link	Ein Link dient dazu, eine Leitung an einer anderen Stelle fortzuführen. Wird ein Link durch eine Leitung "versorgt", so sind alle anderen Links mit dem gleichen Link-Namen ebenfalls genau mit dieser Quelle(n) versorgt. Dabei spielt es keine Rolle, ob sich die Links auf demselben Bild oder auf völlig unterschiedlichen Bildern im Projekt befinden. Damit lassen sich bildübergreifende topologische Netze realisieren. Mehr als zwei Links mit dem gleichen Link-Namen im Projekt sind ebenfalls zulässig. Links werden mit der Eigenschaft **Link-Name** projektiert. Links können durch mehrere Leitungen gleichzeitig versorgt werden oder mehrere Abgänge versorgen. Prinzipiell gibt es keine Unterscheidung wischen Zu- und Abgängen. Die ALC-Farben der Quellen werden an alle angeschlossene Leitungen weitergegeben. Ein Link kann nicht mit einer Wertänderung der verknüpften Variablen aktiv oder inaktiv geschaltet werden: er ist immer aktiv. Deshalb ist es nicht zwingend erforderlich das Combi-Element mit einer Variable zu verknüpfen. **Achtung:** Zwei Link-Elemente dürfen nicht direkt mit einer Leitung verbunden werden. Es muss sich dazwischen immer ein anderes verfahrenstechnisches Element (Schalter/Trenner oder Trafo) befinden.

Die - bei den Funktionstypen Quelle und Transformator - angegebene Quellennummer wird über geschlossene Schalter (Trenner, Schieber etc.) bis zu den Verbrauchern (Senken) weitergeleitet. Aus der überlagerten Summe der speisenden Quellennummern werden dynamisch die Farben aller angeschlossenen Leitungen und verfahrentechnischen Elemente berechnet.

QUELLE UND LINK-NAME

Parameter	Beschreibung
Quelle	Hier erfolgt die Zuweisung einer Quelle zum Element. Zur Auswahl in der Dropdownliste stehen alle Quellen, die in der ALC Konfiguration (bei den Projekteigenschaften) vergeben wurden. Angezeigt werden die Quellennamen. Diese Eigenschaft ist nur aktiv, wenn als Funktionstyp '*Quelle*', '*Trafo*' oder '*Generator*' gewählt wurde. Details zur Quelle finden Sie im Kapitel Konfiguration der Quellen (auf Seite 31). **Achtung:** Verwenden Sie dazu nicht die vordefinierten Systemquellen (ID 0..9). Projektieren Sie für diese Verlinkung eigene Quellen: ▸ Für die Projektierung eigener Quellen klicken Sie in der Projekteigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** die Schaltfläche **...** bei der Eigenschaft **ALC Konfiguration**. ▸ Die Systemquellen *UNDEFINED [0]*, *GROUND FAULT [1]*, *SHORT FAULT [2]* und *GROUNDED [3]* sind ausschließlich für die Projektierung der Erdung vorgesehen. ▸ Die vordefinierten Systemquellen *SYSSOURCE4 [4]* bis *SYSSOURCE9 [9]* dienen als Platzhalter.
Link-Name	Für den Funktionstyp *Link* kann hier der Link-Name projektiert werden. Alle identischen Link-Namen im Projekt korrelieren miteinander. Weitere Informationen dazu finden Sie beim Funktionstyp *Link*. Diese Eigenschaft ist nur aktiv, wenn als Funktionstyp *Link* gewählt wurde.

VARIABLEN DER VERFAHRENSTECHNISCHEN ELEMENTEN

Damit einem Schalter, Trenner oder Schieber etc. der Zustand (geöffnet, geschlossen, gestört) mitgeteilt werden kann, muss im jeweiligen Combi-Element eine Variable des Datentyps BOOL oder Integer als Hauptvariable verknüpft sein.

Beispiel:

- Treiber IEC870: Variablen mit **Typ ID** *T01..T37*

- Treiber IEC850: Variablen **/Pos/stVal[ST]*
- Treiber DNP3...: Input Variablen

Voraussetzung: das **DPI/DPC Mapping** wurde im Treiber nicht deaktiviert.

Info

Für die Position des Schalter werden nur die ersten beiden Bits der Hauptvariable berücksichtigt.

- Das erste Bit stellt die eigentliche Schaltung dar; 0 entspricht dabei AUS und 1 entspricht EIN.
- Das zweite Bit ist das Fehlerbit. Wenn es 0 ist, liegt kein Fehler vor.

Auch der Zustand einer Quelle ("*vorhanden*" *(EIN)/"nicht vorhanden*" *(AUS))* wird ebenso über die verknüpfte Hauptvariable ausgewertet. Für diese Auswertung wird eine Variable des Intern Treibers vom Datentyp BOOL empfohlen. Dann kann (so wie es in der Paxis üblich ist) die Quelle mit dem Rest der Topologie über ein *Schalter* oder *Trenner* verbunden werden. Dadurch ist es möglich, die Farbe der Quelle - abhängig von der Position des Schalters - weiterzuleiten.

Hinweis: Für die Hauptvariable einer Quelle, die über einen *Schalter/Trenner* mit dem Netz verbunden ist (z.B. Erde), legen Sie eine Variable für den **Intern Treiber** an. Konfigurieren Sie für diese Variable die Eigenschaften **Berechnung** mit dem Wert *Netzwerk* und **Initialwert** mit Wert *1* ("immer vorhanden"). Sie finden diese Eigenschaften in der Variablen-Eigenschaftengruppe **Interne Variable**. Alternativ dazu können Sie eine *Quelle* auch direkt mit der Prozessvariable verknüpfen (die *Quelle* und deren *Schalter* in einem). Dadurch können Sie die Topologische Verriegelung beim Schalten der Quelle deaktivieren oder umgehen.

ZUSTÄNDE

Bei Zuständen gilt:

- Ein Schalter und eine Quelle sind eingeschaltet (geschlossen), wenn der Wert der verknüpften Variable *1* ist.
- Ein Schalter ist gestört, wenn der Wert der verknüpften Variable *>1* ist oder den *INVALID* Statusbit hat.
  Ein gestörter Schalter liefert an seinem Ausgang (Anschluss 2) anstatt der eingehenden Quellennummer die Quellennummer *0* (undefiniert). In Richtung vom Ausgang zum Eingang verhält sich der Schalter wie offen.

  Hinweis: Hat die Hauptvariable eines Schalters den Status *INVALID*, so wird das gesamte nachfolgende Netz *INVALID*, weil der Zustand des Netzes nicht bekannt ist. Der Zustand *INVALID* wird über nachfolgende geschlossene Schalter weitergeleitet.

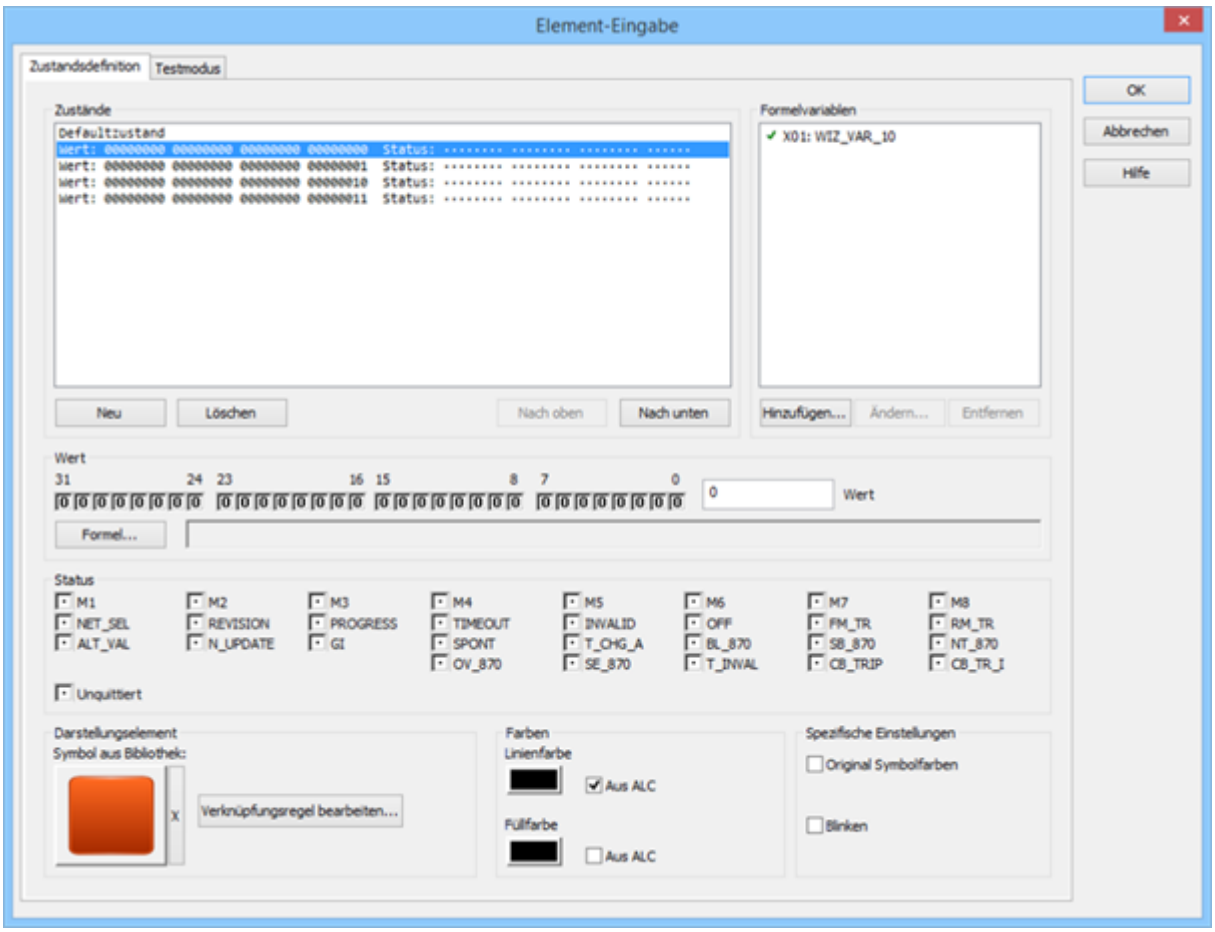
> **Achtung**
>
> Wird in den Zuständen des Combi-Elements für Farbe und Füllfarbe die Eigenschaft **Aus ALC** aktiviert, werden in der Runtime nicht nur Leitungen eingefärbt, sondern auch die verfahrenstechnischen Elemente.

3.1.1.1 Beispiel Schalter - Farben aus ALC

BEISPIEL 1

Combi-Element mit Wertzustand *00* und Linienfarbe aus ALC:

1. Projektierung im Editor:
   - Combi-Element mit Wertzustand *00*
   - Linienfarbe aus ALC aktiv



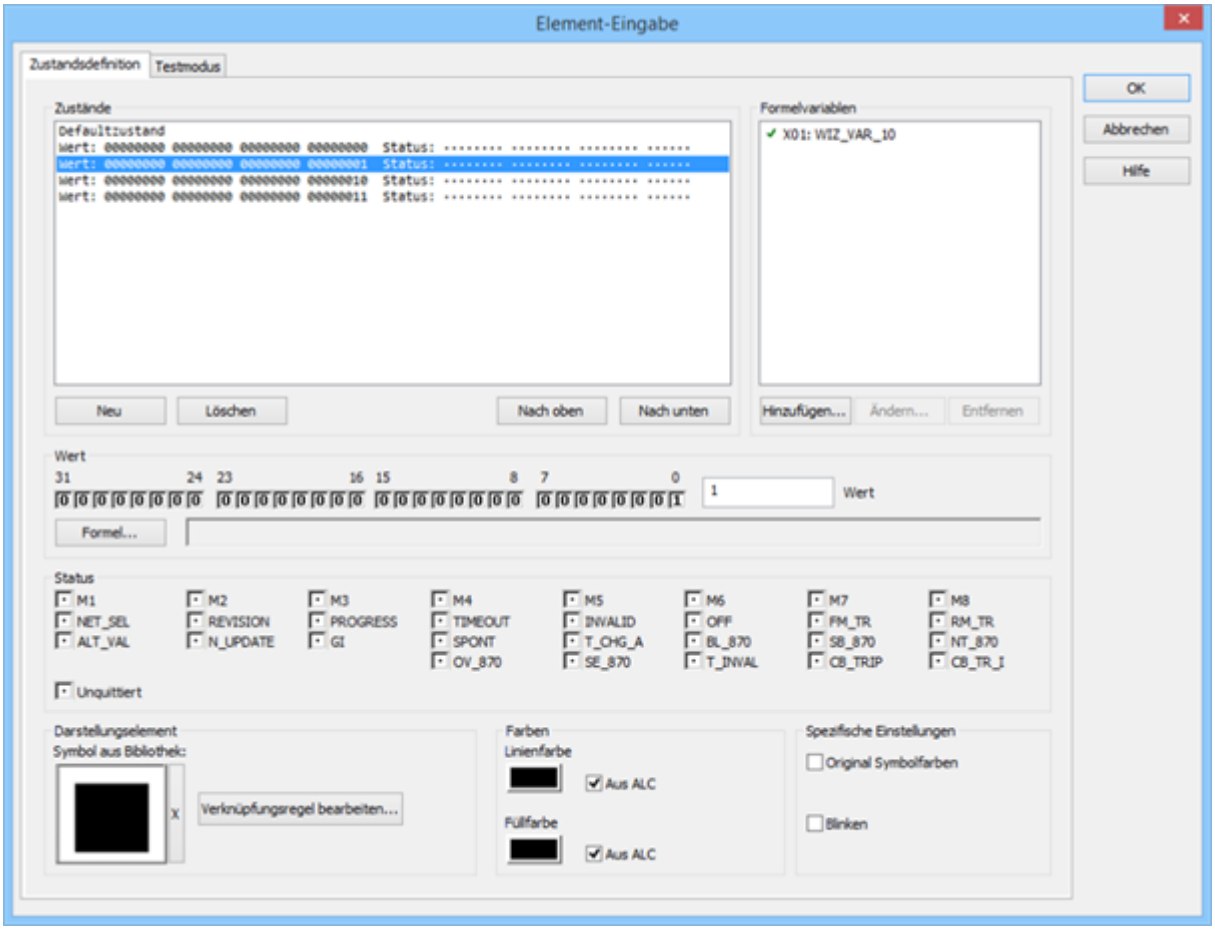
2. Ergibt in der Runtime bei:

- Quellenfarbe: grün
- Farbe unbespannt: weiß
- Schalterzustand: *aus/offen* (Wert *0*)

BEISPIEL 2

Combi-Element mit Wertzustand *01* und Farben aus ALC:

1. Projektierung im Editor
   - Combi-Element mit Wertzustand *01*
   - Linienfarbe aus ALC aktiv
   - Füllfarbe aus ALC aktiv



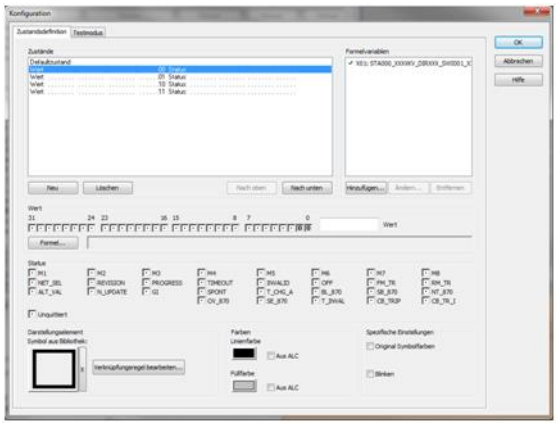
2. Ergibt in der Runtime bei:
   - Quellenfarbe: *grün*
   - Farbe unbespannt: *weiß*

- Schalterzustand: *ein/geschlossen* (Wert *1*)

BEISPIEL 3

Combi-Element Wertzustand *00* ohne Farben aus ALC:

1. Projektierung im Editor:
   - Combi-Element mit Wertzustand *00*
   - Linienfarbe aus ALC nicht aktiv



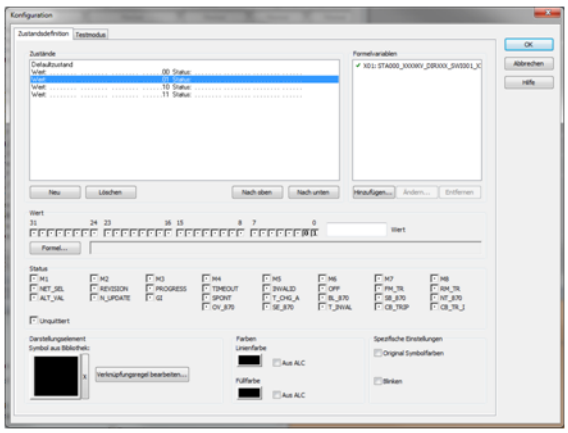
2. Ergibt in der Runtime bei:
   - Quellenfarbe: *grün*
   - Farbe unbespannt und Konstruktionsfarbe der Linie: *weiß*
   - definierte Linien- und Füllfarben des Combielements: *schwarz*
   - Schalterzustand: *aus/offen* (Wert *0*)

BEISPIEL 4

Combi-Element Wertzustand *01* ohne Farben aus ALC:

1. Projektierung im Editor
   - Combi-Element mit Wertzustand *01*
   - Linienfarbe aus ALC inaktiv

- Füllfarbe aus ALC inaktiv



2. Ergibt in der Runtime bei:
   - Quellenfarbe = grün
   - Farbe unbespannt und Konstruktionsfarbe der Linie: *weiß*
   - definierte Linien- und Füllfarben des Combielements: *schwarz*
   - Schalterzustand: *ein/geschlossen* (Wert *1*)

3.1.1.2 Anschlusspunkte bei verfahrenstechnischen Elementen

Beim Projektieren erfolgt der Anschluss einer Leitung (z. B. Linie) an ein verfahrenstechnisches Element (Combi-Element) durch überlappende Projektierung im Bild an so genannten Fangpunkten am Combi-Element. Bei jedem Anschlusspunkt kann nur eine Leitungen gleichzeitig angeschlossen werden. Alle Leitungen, deren Leitungsanfänge sich im definierten Bereich befinden, gelten als angeschlossen (Topologie aus Grafik).

Achtung

Verwenden Sie ALC Elemente nur im nicht gedrehten Zustand, denn:

Die Berechnung des Topologischen Modells für ALC erfolgt im Editor auf Basis der Positionen der Elemente im nicht gedrehten Zustand und ohne Berücksichtigung etwaiger Dynamiken.

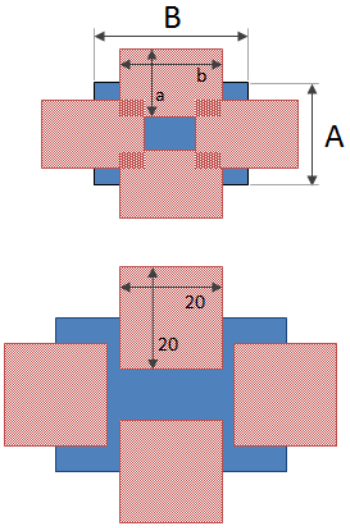
ANSCHLUSSPUNKTE UND ANSCHLUSSBEREICHE

- Der Anschlussbereich für einen Anschlusspunkt befindet sich in der Mitte jeder Seite des Combi-Elements. Jedes Combi-Element verfügt also über 4 Anschlusspunkte.
- Die Größe eines Anschlussbereichs entspricht 2/3 der Höhe und Breite eines Combi-Elements, aber nicht mehr als 20 Pixel.

- Jeder Anschlussbereich wird in der Mitte der jeweiligen Elementecke zentriert und erstreckt sich symmetrisch nach innen und außen, maximal 10 Pixel jeweils.

> **Achtung**
>
> Ist das Combi-Element kleiner als 30 Pixel, überlappen sich Anschlussbereiche innerhalb des Elements. Linien, die sich berühren können Fehler hervorrufen (Kompilierung, Einfärbung).

Die möglichen Anschlusspunkte für Combi-Elemente kleiner und größer als 30 Pixel sehen Sie in der Illustration.



Farben:

- Blau: Combi-Element
- Rot: Anschlussbereiche

Maße:

- **A**: Höhe des Combi-Elements.
- **B**: Breite des Combi-Elements.
- **a**: Breite des Anschlussbereichs: 2/3 von **A**, aber maximal 20 Pixel.
- **b**: Länge des Anschlussbereichs: 2/3 von **B**, aber maximal 20 Pixel.

REGELN

- Befindet sich eine Leitung außerhalb des Anschlussbereichs, wird keine Verbindung erkannt und es erfolgt daher keine Einfärbung der Leitung. Auch für alle nachfolgenden Leitungen wird damit die Einfärbung nicht stimmen.

- Bei Quellen, Senken und bei *Links* können prinzipiell alle beschriebenen Anschlusspunkte verwendet werden.
  Achtung: Bei Quellen und Senken darf immer nur ein einziger Anschlusspunkt gleichzeitig verwendet werden. Werden mehrere Anschlusspunkte gleichzeitig benutzt, kann es zu undefinierten Zuständen kommen.
  Bei Elementen des Typs *Link* können auch mehrere Anschlusspunkte gleichzeitig verwendet werden. Die eingehenden Farbinformationen werden gleichmäßig auf alle Leitungen verteilt.
- Bei Schaltern/Trennern/Schiebern und Transformatoren erfolgt der Anschluss *1* (Versorgung) links oder oben und Anschluss *2* (Abgang) rechts oder unten. Diese Reihenfolge kann mit der Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** geändert werden.
  Achtung: Bei Schaltern und Transformatoren muss darauf geachtet werden, dass jeweils nur ein Versorgungsanschlusspunkt und ein Abgangsanschlusspunkt verwendet wird. Die gleichzeitige Verwendung mehrerer Versorgungs- oder Abgangversorgungspunkten führt zur Inkonsistenz und ist daher nicht zulässig.
- Für alle verfahrenstechnische Elemente gilt: Pro Anschlusspunkt darf nur eine einzige Leitung angeschlossen werden. Abzweigungen können nicht direkt am Element realisiert werden, sondern müssen mit Hilfe von Leitungen projektiert werden.

3.1.1.3 Eingang/Ausgang tauschen

Wenn ein Transformator, ein Trenner oder ein Schalter projektiert wird, können Eingang und Ausgang vertauscht werden. Dazu:

1. wählen Sie als **Funktionstyp** entweder *Trafo*, *Trenner* oder *Schalter*.
2. aktivieren Sie die Checkbox **Eingang/Ausgang tauschen**

Der Eingang wird dann rechts oder unten und der Ausgang links oder oben gesetzt.

ÜBERBLICK

Konfiguration Gerät	Eingang	Ausgang
normal	links	rechts
normal	oben	unten
getauscht	rechts	links
getauscht	unten	oben

3.1.1.4 Messpunkte

Für die Visualisierung der ALC-Quellen, welche aktuell das verfahrenstechnische Element versorgen oder von diesem Element ausgehen, werden Variablen verknüpft.

Diese Variablen werden mit aktuellen Werten aus dem Modul ALC versorgt. Durch Anzeige dieser Variablen können Namen der Quellen vom Modul ALC visualisiert werden.

Diese Eigenschaften sind in der Combi-Element Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** in dem Bereich **Zustand** zusammengefasst.

Projektierbare Eigenschaften:

- **Anstehende Quellen Eingang**
  (Datentyp STRING)
- **Anstehende Quellen Ausgang**
  (Datentyp STRING)
- **Höchstpriore Quelle Eingang**
  (numerischer Datentyp)
- **Höchstpriore Quelle Ausgang**
  (numerischer Datentyp)

DARSTELLUNG IN DER RUNTIME

In der zenon Runtime werden die verknüpften Variablen mit folgenden Werten angezeigt:

- Nummer (auf Seite 31) der Anstehenden Quellen (Datentyp STRING):
  - *anstehende Quellennummer(n)*: Die Nummern aller anstehenden Quellen werden in einer STRING-Variable zusammengefasst.
    Das gilt sowohl für *Eingang* wie für *Ausgang*.
    Mehrere Quellennummern werden mit einem Strichpunkt (;) getrennt. Die Sortierung erfolgt nach der Priorität der Quelle.
    Hinweis: Bei Mehrfachversorgung wird die Quelle mit mehren Einträgen am Eingang repräsentiert.
  - *<leer>*: unbespannt
- Nummer der Höchstprioren Quelle (numerische Variable):
  - *0* oder größer: Nummer der höchstprioren Quelle. Dies gilt sowohl für *Eingang* wie für *Ausgang*.
  - *-1*: unbespannt

3.1.2 Leitungen

Leitungen werden durch die Vektor-Elemente Linie, Polylinien und Rohrleitung repräsentiert.

Ist für eine Leitung die Eigenschaft **Farbe aus ALC** aktiviert, dann wird die Farbgebung durch die ALC-Konfiguration bestimmt. Leitungen werden, je nach Zustand der verfahrenstechnischen Elemente und der ALC-Einstellungen, automatisch vom System eingefärbt. Dabei wird die Farbe im Normalfall von der höchst-prioren Quellennummer des durch die Leitung fließenden Mediums bestimmt. Ist der Zustand*leer/unbespannt* wird das Element nicht durch das **Automatic Line Coloring** eingefärbt. In diesem Fall wird für die Visualisierung in der Runtime die Projektierung der Eigenschaft **Linienfarbe** (in der Eigenschaftengruppe **Linie** oder **Linienfarbe** in der Eigenschaftengruppe **Linienfarbe dynamisch**) verwendet.

> **Achtung**
>
> Auch unsichtbare Leitungen die die Eigenschaft **Farbe aus ALC** aktiviert haben, leiten die Farbe an die verknüpfte ALC Elemente immer weiter. Diese Weiterleitung ist unabhängig davon, ob sie in der Runtime sichtbar oder unsichtbar sind.
>
> **Ausnahme:** Leitungen mit **Alias** stellen die Farbe dar, leiten sie jedoch nie weiter.

Hinweis: Eine Leitung kann unsichtbar dargestellt werden aufgrund:

- Projektierungen der Eigenschaften der **Sichtbarkeit**:
  Die Eigenschaften finden Sie in der Eigenschaftengruppe **Sichtbarkeit/Blinken**
- von Zuständen des **Combi-Elements**, die aktuell nicht zutreffen

Die ALC Farbe wird trotzdem weitergeleitet. Der Wert der verknüpften Variable spielt dabei keine Rolle. Er dient nur der Sichtbarkeit, nicht der Weitergabe.

Die Darstellungsart der Leitung definieren Sie über die Dropdownlisten:

- **Vorrang bei Darstellung**
- **Mehrfachversorgung darstellen**
- **gesicherte Versorgung darstellen**

In den Eigenschaften der Leitungen stehen Ihnen folgende Optionen zur Verfügung:

Parameter	Beschreibung
Farbe aus ALC	Aktiviert die automatische Linienfärbung für dieses Vektor-Element. Das bedeutet: Ist die Quelle, die die Leitung versorgt, aktiv, und sind alle Schalter/Ventile, die von der Quelle zur Leitung führen, geschlossen, so wird die Leitung eingefärbt. Bei

Parameter	Beschreibung
	Versorgung der Leitung durch nur eine einzige Quelle wird die projektierte Quellenfarbe zur Einfärbung verwendet. Die Linienbreite wird nicht beeinflusst. **Hinweis:** Wird **Alias** aktiviert, dann wird das Verhalten geändert. Die Leitung stellt dann die Farbe eines anderen Elements dar und leitet sie nicht weiter.
Vorrang bei Darstellung	Definiert, ob *Mehrfachversorgung*, *gesicherte Versorgung* oder beide dargestellt werden. Default: *Mehrfachversorgung*
Gesicherte Versorgung	Das Element wird entsprechend den Regeln der gesicherten Versorgung dargestellt. Eine Leitung gilt dann als gesichert versorgt, wenn sie von mindestens zwei verschiedenen Schaltern oder Trafos mit einer Nicht-Systemquelle versorgt wird. Systemquellen tragen nicht zur gesicherten Versorgung bei, schließen sie aber auch nicht aus.
Mehrfachversorgung	Das Element wird entsprechend den Regeln der Mehrfachversorgung dargestellt. Eine Leitung gilt dann als mehrfach versorgt, wenn sie von mindestens zwei verschiedenen Quellen versorgt wird. Dabei ist ohne Belang, ob es sich um Systemquellen oder um Benutzerquellen handelt und von welcher Seite die Leitung von den Quellen versorgt wird.
kein Vorrang	Die Einfärberegeln für *Mehrfachversorgung* und für *Gesicherte Versorgung* werden gleichzeitig angewandt, falls beide Kriterien erfüllt werden. Das bedeutet: Die Linie wird doppelt breit und zweifärbig gestrichelt dargestellt, wenn für eine Leitung konfiguriert wird: ▸ *mehrfach* und *gesichert* versorgt ▸ der Vorrang auf *kein Vorrang* eingestellt ▸ die Darstellung für Mehrfachversorgung auf *zwei höchstpriore Quellen* gesetzt, ▸ die Darstellung für gesicherte Versorgung auf *doppelte Breite* gesetzt
Mehrfachversorgung darstellen	Wird eine Leitung durch mehrere unterschiedliche Quellen gleichzeitig versorgt, spricht man von einer

Parameter	Beschreibung
	Mehrfachversorgung. Hier definieren Sie, wie mehrfach versorgte Leitungen dargestellt werden. Default: *höchst-priore Quelle*
höchst-priore Quelle	Die Leitung übernimmt immer die Linienfarbe jener Quelle, die die höchste Priorität hat. **Hinweis:** Prioritäten entsprechen der in der ALC Konfiguration gewählten Reihenfolge.
zwei höchst-priore Quellen	Relevant für Leitungen, die durch zwei oder mehrere unterschiedliche Quellen gespeist werden. Die zwei Quellen mit der höchsten Priorität bestimmen die Farbgebung. Die Leitung wird mit diesen beiden Farben gestreift dargestellt. Die Strichelungslänge kann über die Eigenschaft **Strichelungslänge mehrfachversorgt** festgelegt werden. Systemquellen gelten bei Mehrfachversorgung wie echte Quellen und färben Linien zweifärbig, falls sie entsprechend konfiguriert wurden.
alternative Farbe	Die in der Eigenschaft **Alternative Farbe** definierte Farbe wird verwendet.
Strichelungslänge mehrfachversorgt	Definiert die Strichelungslänge in Pixel von Linien, Polylinien oder Rohrleitungen für die gestrichelte ALC-Einfärbung bei *zwei höchstpriore Quellen* für **Mehrfachversorgung darstellen**. Mögliche Werte: ▸ Minimal: *0* (automatische Strichelungslänge) ▸ Maximal: *32767* Default: *0*
Alternative Farbe	Alternative Farbe für die ALC Einfärbung von Linien, Polylinien oder Rohrleitungen bei Mehrfachversorgung.
gesicherte Versorgung darstellen	Wird eine Leitung durch eine einzige Quelle mehrfach (parallel) versorgt, spricht man von einer **Gesicherten Versorgung**. Hier definieren Sie wie **Gesicherte Versorgung** dargestellt wird. Eine Leitung wird immer dann *gesichert versorgt* dargestellt, wenn sie von mindestens zwei Schaltern mit einer echten Quelle (nicht Systemquelle) versorgt wird.

Parameter	Beschreibung
	Default: *normal*
doppelte Breite	Relevant für Leitungen, die von ein und derselben Quelle mehrfach (gesichert) versorgt werden. Ist das der Fall, wird die Leitung mit der doppelten projektierten Breite gezeichnet. Beispiel: Eine Leitung mit Linienbreite *5* wird bei gesicherter Versorgung mit Linienbreite *10* dargestellt. Wird diese Leitung durch zwei oder mehrere unterschiedliche Quellen (Mehrfachversorgung) versorgt, ändert sich die Linienbreite nicht! Die Farbe wird *immer* durch die höchst-priore Quelle vorgegeben!
doppelte Helligkeit	Relevant für Leitungen, die von ein und derselben Quelle mehrfach (gesichert) versorgt werden. Ist das der Fall wird die Leitung mit der doppelten projektierten Helligkeit gezeichnet. Wird diese Leitung durch zwei oder mehrere unterschiedliche Quellen (Mehrfachversorgung) versorgt, ändert sich die Linienfarbe nicht! Wird diese Leitung von einer einzigen Quelle (gesicherte Versorgung) mehrfach versorgt, so wird die Leitung mit doppelter Helligkeit gezeichnet. Formel für die Berechnung der doppelten Helligkeit: ▸ Die eingestellte RGB-Farbe wird in den HLS Farbraum umgerechnet. ▸ L (Luminanz = Helligkeit) wird neu berechnen mit *NeueLuminanz = 240*3/4 + L/4* ▸ Der Farbwert wird mit der neuen Helligkeit wieder in den RGB Farbraum zurückgerechnet. Die Farbe wird *immer* durch die höchst-priore Quelle vorgegeben!
normal	Das Element wird in der Farbe der Quelle und der projektierten Breite dargestellt.
Alias verwenden	*Aktiv*: Alias wird benutzt. Die Leitung stellt die ALC Farbe dar eines anderen ALC Elements. **Beispiel:** Eine nicht an andere Elemente angeschlossene Linie

Parameter	Beschreibung
	in einem separaten Bild stellt symbolisch den Zustand eines ganzen Zweigs des **Topologischen Netzes** dar, wenn die Linie ein **Alias** des Leistungsschalters ist.
Alias	Öffnet den Dialog (auf Seite 45) zur Auswahl eines Alias eines ALC Elements, dessen Farbe die Leitung darstellen soll.

Info

Die Quellenfarben und die Prioritäten der Quellen werden bei den Projekteigenschaften eingestellt.

Benutzerdefinierte Quellen müssen eine ID höher als *9* haben. IDs bis *9* sind für Systemquellen reserviert.

Info

Die Berechnung der Farbe einer Leitung in der Runtime wird nach folgender Prioritätenliste durchgeführt:

1. Automatic Line Coloring
   (höchste Priorität, überlagert alle anderen Einstellungen)
2. Farben dynamisch
3. Farben statisch

3.1.2.1 Beispiel

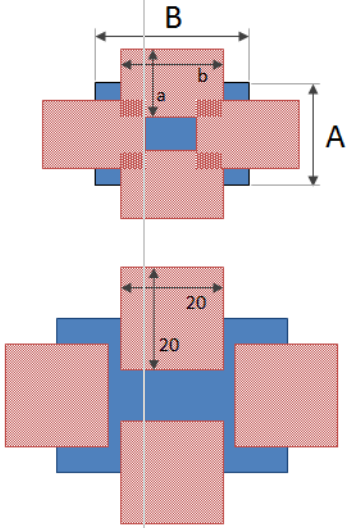
Es wird im Folgenden angenommen, dass der 'Quelle 0' die Farbe blau zugewiesen ist, während 'Quelle 1' die Farbe rot hat. Außerdem ist 'Quelle 0' die höchstpriore Quelle.

Quelle 0

Quelle 1

Daraus ergeben sich für die verschiedenen Optionen folgende beispielhafte Darstellungen:

	Linie / Polylinie	Rohrleitung
höchst-priore Quelle		
zwei höchst-priore Quellen		
doppelte Breite		
doppelte Helligkeit		



3.1.2.2 Anschlusspunkte bei Leitungen

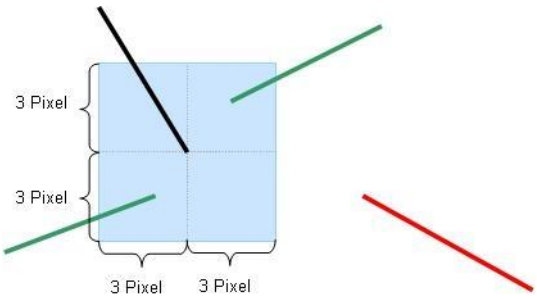
Beim Projektieren erfolgt der Anschluss einer Leitung (Linie, Polylinie oder Rohrleitung) an eine weitere Leitung durch überlappende Projektierung im Bild an so genannten 'Fangpunkte' der Leitungen. Die Fangpunkte - eigentlich sind es Fangbereiche - befinden sich jeweils am Anfang und am Ende einer jeden Leitung und sind am Anfangs- oder Endpunkt jeweils ± 3 Pixel groß.

Beispiel

Der Anfangspunkt einer Leitung hat die Koordinaten (Startpunkt x/ Startpunkt y): 150/100 Pixel.
Daraus ergibt sich ein Fangbereich von (x / y): 147 - 153 / 97 - 103 Pixel.

Befindet sich der Leitungsanfang oder das Ende dieser Leitung, einer oder mehrerer weiteren Leitungen innerhalb dieses Bereichs, wird automatisch eine Verknüpfung hergestellt, ohne dass es dafür weiterer Einstellungen bedarf. Eine reine Überlappung der Fangbereiche der einzelnen Linien ist nicht ausreichend!

In der folgenden Grafik wird der Fangbereich grafisch dargestellt (Die grünen Leitungen haben mit der schwarzen Leitung eine Verbindung, die rote Leitung nicht.):



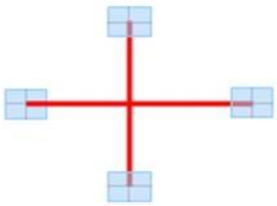
Info

An jedem Fangpunkt können beliebig viele Leitungen miteinander verbunden werden.

Achtung

Befindet sich eine Leitung außerhalb des oben dargestellten Fangbereichs (z. B. die roten Leitungen in der Grafik), wird keine Verbindung erkannt und es erfolgt daher keine Einfärbung der Leitung. Auch für alle nachfolgenden Leitungen wird damit die Einfärbung nicht stimmen.

Leitungskreuzungen lassen sich sehr einfach realisieren, indem die Enden der Leitungen sich nicht im Fangbereich befinden:



Achtung

Verwenden Sie ALC Elemente nur im ungedrehten Zustand, denn:

Die Berechnung des Topologischen Modells für ALC erfolgt im Editor auf Basis der Positionen der Elemente im ungedrehten Zustand und ohne Berücksichtigung etwaiger Dynamiken.

3.1.3 Überprüfung der Projektierung

Projektieren Sie die gewünschten verfahrenstechnischen Elemente und Leitungen in einem oder mehreren Bildern und speichern Sie diese Bilder. Jetzt können Sie mithilfe von **Alle Runtime-Dateien erzeugen** oder **Geänderte Runtime-Daten erzeugen** überprüfen, ob in Ihren Bildern Fehler oder Konflikte vorhanden sind. Sollten Fehler und/oder Konflikte vorhanden sein, werden entsprechenden Fehlermeldungen oder Warnungen im Ausgabefenster angezeigt.

Info

Klicken Sie die entsprechende Zeile im Ausgabefenster doppelt an. Das Bild mit dem fehlerhaften Bildelement wird automatisch geöffnet. Wenn sich das fehlerhafte Bildelement in einem Symbol befindet, wird automatisch das entsprechenden Symbol ausgewählt.

Folgende Fehlermeldungen können angezeigt werden.

- ALC: Bild '%s' - An der Leitung '%s' sind zwei Link-Elemente mit unterschiedlicher Link-Nummer oder -Namen angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt die Leitung aus)
- ALC: Bild '%s' - Am Element '%s' sind mehr als zwei Anschlusspunkte belegt. Pro Element darf jeweils nur ein Eingang und ein Ausgang verwendet werden. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt das Element aus)

Folgende Warnungen können angezeigt werden.

- ALC: Bild '%s' - Die Alias-Leitung '%s' ist an eine nicht Alias-Leitung angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt die Leitung aus)
- ALC: Bild '%s' - Das Alias-Element '%s' ist an eine Nicht-Alias-Leitung angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt das Element aus)
- ALC: Bild '%s' - Das Nicht-Alias-Element '%s' ist an eine Alias-Leitung angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt das Element aus)
- ALC: Bild '%s' - Die Leitung '%s' ist nur einseitig angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt die Leitung aus)
- ALC: Bild '%s' - Das Element '%s' ist nicht angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt das Element aus)
- ALC: Bild '%s' - Das Element '%s' ist nur einseitig angeschlossen. (Doppelklick öffnet das Bild und wählt das Element aus)

In den Fehlermeldungen oder Warnungen werden die entsprechenden Elemente mithilfe der Element-Referenz identifiziert. Diese Referenz dient auch als Verknüpfungsschlüssel bei ALC-Aliase.

3.2 Konfiguration

Um ALC zu konfigurieren:

1. Navigieren Sie in den Projekteigenschaften der Gruppe **Automatic Line Coloring** zur Eigenschaft **ALC Konfiguration**
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **...**
3. Der Dialog zur Konfiguration wird geöffnet
4. Konfigurieren Sie die gewünschten Eigenschaften für:
   - Quellen (auf Seite 31)

     Legen Sie eine neue Quelle an.
     Klicken Sie dazu die Schaltfläche **Neu**. Dies erstellt einen neuen Eintrag mit dem Namen *Quelle [laufende Nummer]* am Ende der Liste der Quellen.
     Hinweis: Beachten Sie dabei, dass die Systemquellen (ID 0..9) eine vordefinierte Bedeutung haben oder für zukünftige Versionen reserviert sind.

     Projektieren Sie anschließend die Farben der neuen Quelle, indem Sie den Farbwert via Mausklick anwählen und die Schaltfläche ... klicken. Dies öffnet ein Dropdownmenü zur Auswahl der Farben.

     Berücksichtigen Sie auch die Grundsätze für Einfärbung für *UNDEFINED* (auf Seite 36).
   - Verriegelungen (auf Seite 37)

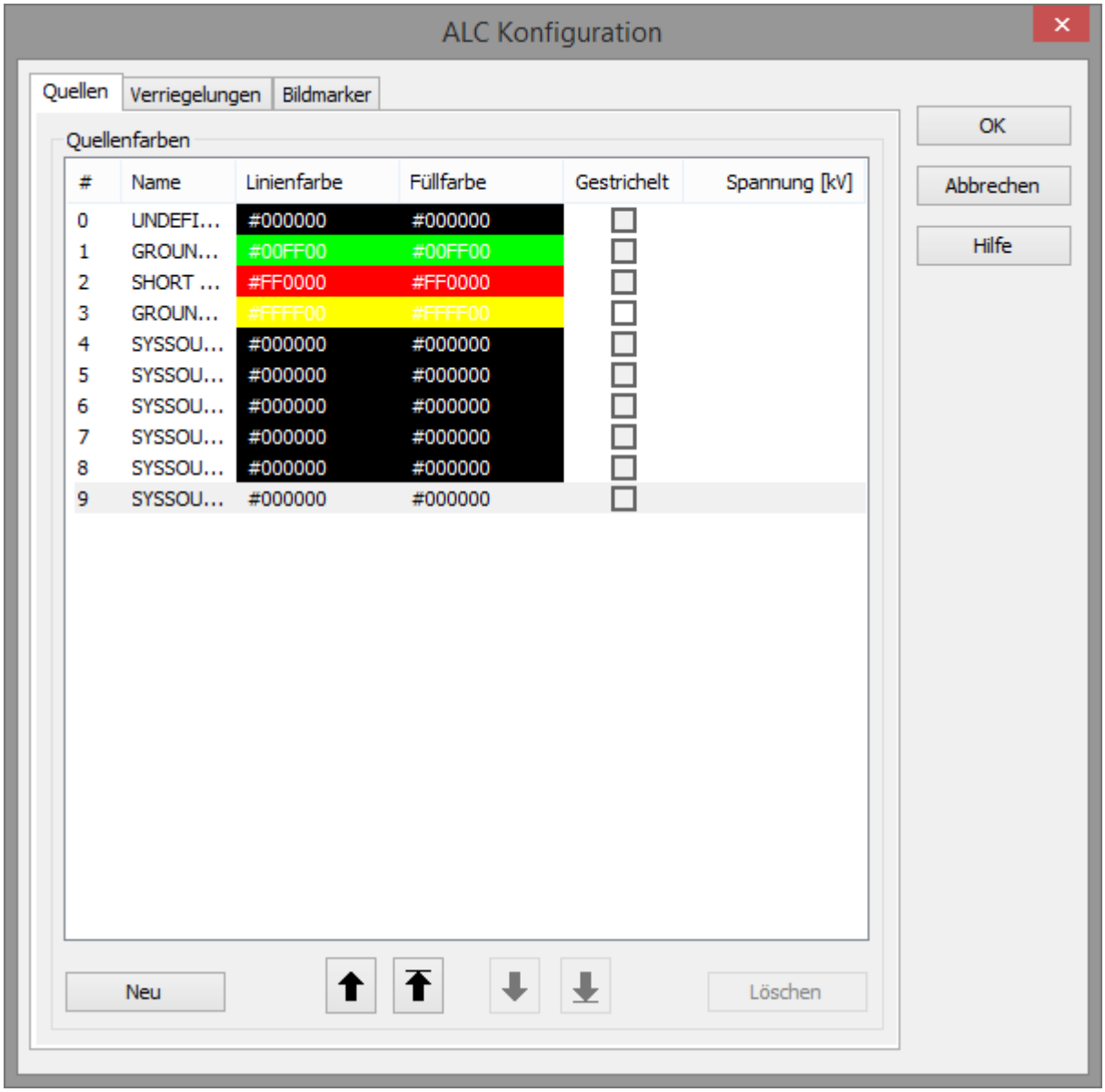
     Konfigurieren Sie, welche **Topologische Verriegelungen** das Modul **Befehlsgabe** berücksichtigen soll.
     Hinweis: diese Registerkarte ist nur mit einer gültigen Lizenz für das optionale Modul **ALC - Topologie Paket** verfügbar.
   - Bildmarker (auf Seite 43)

     Konfigurieren Sie die Farbtabelle für die Bildmarker für die **Impendanzbasierte Fehlerortung**.
     Hinweis: diese Registerkarte ist nur mit einer gültigen Lizenz für das optionale Modul **ALC - Topologie Paket** verfügbar.

3.2.1 Konfiguration der Quellen

Die Konfiguration der Quellen, z. B. deren Bezeichnung und Farben (Reihenfolge und Priorität), erfolgt projektbezogen in den Projekteigenschaften unter **ALC Konfiguration**. Quellen mit der ID zwischen *0* und *9* sind für Systemquellen reserviert. Die, die bereits eine Funktionalität haben (z.B. *GROUNDED* - die Farbe der Quelle "Erde") dürfen nicht umprojektiert werden. Die, die in der aktuellen zenon Version noch keine Funktionalität haben, bleiben für die zukünftige Versionen reserviert.

Die Quellenfarben ab ID #10 stehen für die verfahrenstechnischen Elemente frei zur Verfügung.
Beispiele: Quelle "*Generator*" oder "*110kV*". Fügen Sie dafür weitere Farben hinzu.



QUELLENFARBEN

Parameter	Beschreibung
Nummer	Interne eindeutige fortlaufende Nummer, damit die Quellen eindeutig zugeordnet werden können. Diese Nummer wird vom System automatisch vergeben, und kann nicht geändert werden. **Achtung:** Die Nummern *0* bis *9* sind für Systemquellen reserviert und dürfen nicht benutzerspezifisch verwendet werden.

Parameter	Beschreibung
Name	Logische Bezeichnung für die Quelle (z. B.: 'Wasser' oder 'geerdet'). Diese Bezeichnung wird auch bei der Auswahl der Quelle bei Combi-Elementen verwendet. Die Bezeichnung können Sie ändern, indem Sie mit der linken Maus-Taste die Quellenbezeichnung anklicken. Dadurch wird in einen Editiermodus umgeschaltet. Mit der **Eingabe-Taste** oder durch Auswahl einer anderen Quelle wird die Änderung übernommen. **Hinweis:** Die Bezeichnungen sind nicht sprachumschaltbar.
Linienfarbe	Linienfarbe der jeweiligen Quelle. Diese wird für das Zeichnen von Linien, Polylinien sowie als äußere Farbe für Rohrleitungen verwendet.
Füllfarbe	
Gestrichelt	Typ der Darstellung für geerdete Quellen. ▸ *aktiv*: Linie für geerdete Quelle wird in der Runtime gestrichelt dargestellt ▸ *inaktiv*: Linie für geerdete Quelle wird in der Runtime normal dargestellt **Hinweis:** Diese Checkbox kann nur für die Systemquelle **GROUNDED** aktiviert werden. Bei allen anderen Quellen ist diese Checkbox ausgegraut.
Spannung [kV]	Nennspannung der Quelle in Kilovolt. Diese Option steht nicht für Systemquellen zur Verfügung. Default: *leer* Eingabebereich: ▸ 0 - 4000 KV ▸ Nachkommastellen müssen mit Punkt (**.**) getrennt werden. ▸ Ungültige Eingaben werden auf *0* gesetzt. ▸ Negative Eingaben werden auf positiv geändert.
Neu	Fügt eine neue Farbe hinzu.
Löschen	Löscht die ausgewählte Farbe.
Nach oben (Pfeilsymbol)	Verschiebt ausgewählte Quelle um eine Position nach oben.
Ganz nach oben (Pfeilsymbol)	Verschiebt ausgewählte Quelle an den Beginn der Liste.
Nach unten	Verschiebt ausgewählte Quelle um eine Position nach unten.

Parameter	Beschreibung
(Pfeilsymbol)	
Ganz nach unten (Pfeilsymbol)	Verschiebt ausgewählte Quelle an das Ende der Liste.

DIALOG BEENDEN

Option	Beschreibung
OK	Übernimmt alle Änderungen in allen Registerkarten und schließt den Dialog.
Abbrechen	Verwirft alle Änderungen in allen Registerkarten und schließt den Dialog.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

Die Konfiguration der Farben kann direkt über die Eingabe des entsprechenden Hexadezimal-Codes erfolgen oder über eine Farbpalette.

Zur direkten Eingabe:

1. Klicken Sie mit der linken-Maus-Taste die Farbbezeichnung an.

   Das Feld wird in den Editiermodus umgeschaltet.
2. Geben Sie den Code ein.
3. Drücken Sie die **Eingabe-Taste** oder wählen Sie eine weitere Quelle aus, um die Änderung zu übernehmen.

Zur Auswahl über eine Farbpalette:

1. Markieren Sie die gewünschte Zeile.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **...** hinter der Farbe.
   Hinweis: Die Schaltfläche **...** ist nur dann sichtbar, wenn der Farbeintrag mit Mausklick ausgewählt ist.

   Die Farbpalette wird in einem Kontextmenü geöffnet.
3. Wählen Sie die gewünschte Farbe.

Der hexadezimale Farbcode beschreibt einen RGB-Farbwert und setzt sich wie folgt zusammen: **#RRGGBB**.

Element	Bedeutung
#	Kennzeichnung dafür, dass ein Hexadezimaler Farbcode verwendet wird.

Element	Bedeutung
RR	2 Stellen für den Rotwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. *0-255* entspricht *0-FF*
GG	2 Stellen für den Grünwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. *0-255* entspricht *0-FF*
BB	2 Stellen für den Blauwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. *0-255* entspricht *0-FF*

Info

Die Reihenfolge in dieser Liste entspricht der Priorität der Quellen, wobei das erste Element die höchste Priorität erhält.

Um die Prioritäten der einzelnen Quellen untereinander zu verändern, können Sie diese mit den Pfeil-Schaltflächen durchführen.

Achtung

Einschränkungen beim Löschen der Quellen und Rücksetzen von Fehlereinfärbungen:

Quellen mit der ID zwischen *0* und *9* sind für Systemquellen reserviert. Sie können:

- nicht gelöscht werden
- als Fehlerfarbe nicht zurückgesetzt werden

Quellen löschen

Damit Quellen gelöscht werden können, müssen Sie eine ID ab *10* haben. Es kann jeweils nur die Quelle mit der höchsten ID gelöscht werden.

Fehler-Einfärbungen zurücksetzen

Damit Fehler-Einfärbungen nach Behebung der Ursache zurückgesetzt werden können, darf keine Systemquellen-Farbe verwendet werden. Es muss eine Farbe für IDs ab *10* gewählt werden.

3.2.1.1 Modus der Einfärbung für UNDEFINED

Beim Zustand *UNDEFINED* kann die Einfärbung des Netzes in zwei Modi erfolgen:

- *Standard*
- *Versorgung vorrangig*

Die Einstellung erfolgt über die Projekteigenschaft **Automatic Line Coloring**/**Modus der Einfärbung**.

STANDARD

Die interne Berechechnung der Topologie (= Graphensuche) beginnt bei einer Quelle und durchschreitet das gesamte Netz so, dass jeder geschlossene Schalter (Schaltervariable hat Wert *1*) pro Richtung nur einmal durchwandert wird und somit keine Zyklen entstehen. Dabei wird jeder besuchte Knoten (=Leitungssegment) mit der Quellenfarbe eingefärbt. Als Knoten werden direkt zusammenhängende Leitungen/Linien bezeichnet.

Trifft die Suche auf einen Schalter, dessen Schaltervariable einen der folgenden Status hat, wird ab diesem Punkt die UNDEFINED Farbe zum Einfärben verwendet:

- *INVALID* [Wert: beliebig],
- ist gestört [Wert: *3*]
- ist in Zwischenstellung [Wert: *2*])

Die Graphensuche wird ab nun in gleicher Form weitergeführt. Jeder Schalter wird pro Richtung nur einmal mit der *UNDEFINED* Farbe durchwandert. Damit kann jeder Schalter pro Quelle maximal vier Mal durchwandert werden:

1. mit Quellennummer in Vorwärtsrichtung,
2. mit Quellennummer in Rückwärtsrichtung,
3. mit UNDEFINED in Vorwärtsrichtung,
4. mit UNDEFINED in Rückwärtsrichtung

VERSORGUNG VORRANGIG

Mit der Einstellung *Versorgung vorrangig* werden nur Leitungen als *UNDEFINED* eingefärbt, die von zumindest einer Quelle potenziell versorgt sind, aber von keiner Quelle eindeutig. Ist eine Leitung von zumindest einer Quelle eindeutig versorgt, so kann sie von einer anderen Quelle keinen *UNDEFINED* Einfärbung mehr erhalten.

Diese Suche erfolgt zweistufig:

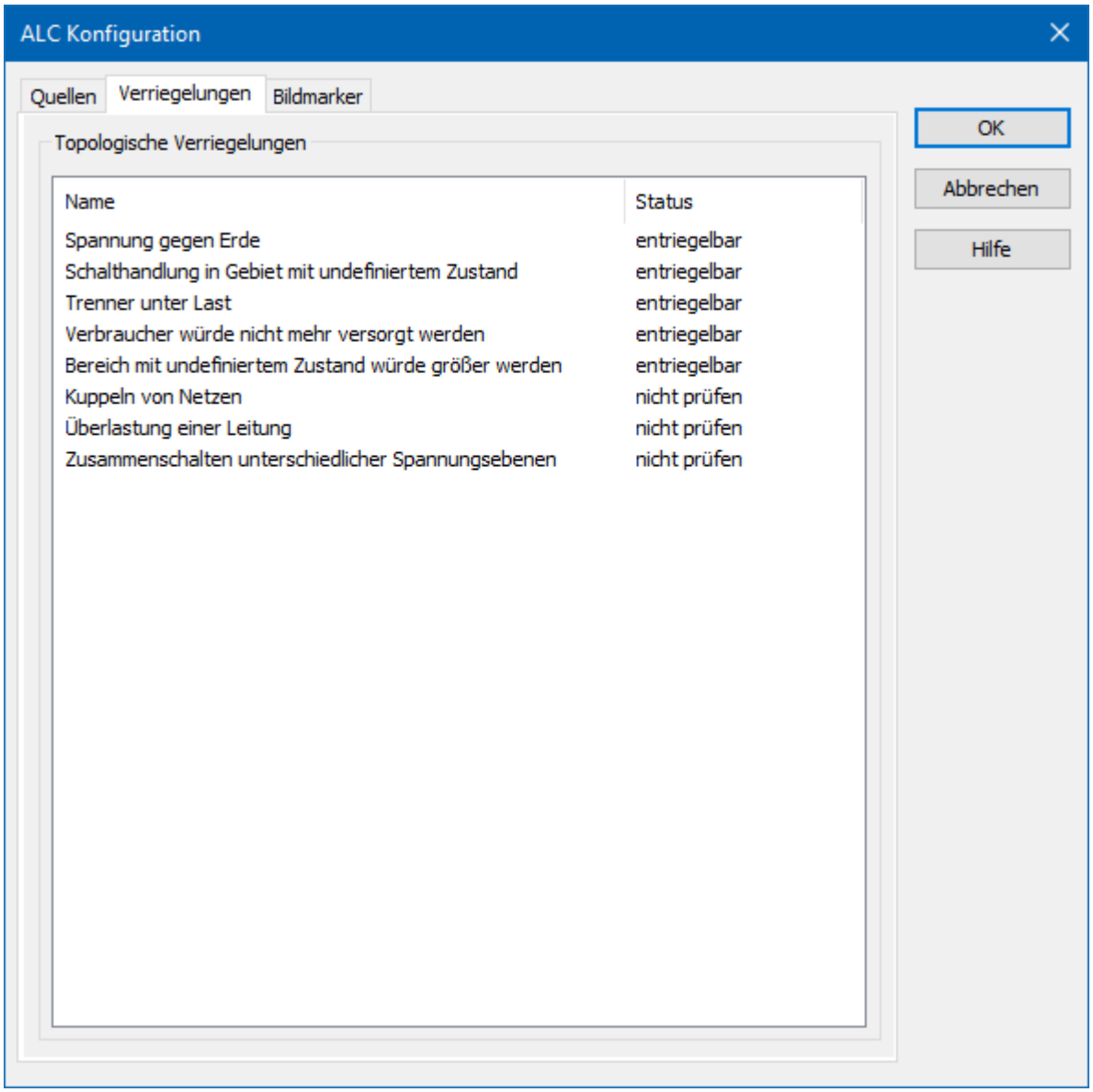
- Im ersten Schritt wird wie bei *Standard* von jeder eingeschalteten Quelle ausgehend die Quellenfarbe im Netz verteilt, solange der nächste Schalter geschlossen ist. Ist der Schalter geöffnet oder gestört/undefiniert, wird die Suche beendet.
- Im zweiten Schritte wird die Suche bei jedem gestört/undefiniert Schalter begonnen, der einseitig versorgt ist, und die *UNDEFINED* Farbe auf der unversorgten Seite im Netz verteilt. Diese Suche betrachtet auch Schalter als geschlossen, die gestört/undefined sind und verbreitet somit die *UNDEFINED* Farbe so lange im Netz, bis sie auf einen eindeutig geöffneten Schalter stößt. Zusätzlich wird die Suche beendet, wenn ein Leitungssegment erreicht wird, welches bereits versorgt ist.

3.2.2 Konfiguration der Topologischen Verriegelung

In der Runtime kann das Modul **Befehlsgabe** die Verriegelungen automatisch errechnen. Diese Verriegelungen basieren auf dem dynamischen Zustand des elektrischen Netzes. Die Topologie des Netzes wird via **ALC** projektiert. Wenn die Befehlsgabe erkennt, dass die Ausführung eines Befehls der Verriegelungsbedingung entspricht, wird die Ausführung des Befehls verhindert.

Beispiel: Anhand der ALC Projektierung und der aktuellen Zustände (*EIN/AUS*) von *Quellen*, *Schaltern*, *Trennern* etc. kann die **Befehlsgabe** automatisch erkennen dass die Ausführung eines Befehls zu dem Zustand "*Spannung gegen Erde*" führen würde. In diesem Falle wird die Ausführung des Befehls unterdrückt.

Die Überprüfung der topologischen Verriegelungen für die **Befehlsgabe** im ALC Modell wird für das jeweilige Projekt konfiguriert. Die Projektierung bestimmt auch, ob ein Benutzer eine Verriegelung entriegeln kann (vorausgesetzt er verfügt auch über die entsprechende **Berechtigunsebene zur Entriegelung** der Aktion).



Die hier getroffenen Einstellungen gelten global für das gesamte Topologische Modell. Folgende Bedingungen stehen dabei zur Verfügung:

Parameter	Beschreibung
Spannung gegen Erde	Verriegelung ist aktiv, wenn ein *Schalter/Trenner* geschlossen werden soll, an dessen einem Anschluss geerdetes Potential anliegt und ein oder mehre Anschlüsse im ALC-Modell bespannt oder undefiniert sind. Dabei wird sichergestellt, dass in einer Leitung Spannung gegen Erde

Parameter	Beschreibung
	auch bei einem dazwischenliegenden *Transformator* erkannt wird. Default-Status: *entriegelbar* **Beispiele:** ▸ Nach Schaltung des Elements ist eine Seite geerded und die andere bespannt.
Schalthandlung in Gebiet mit undefiniertem Zustand	Verriegelung ist aktiv, wenn ein *Schalter/Trenner* geschlossen werden soll, bei dem beide Anschlüsse den Zustand *undefiniert* oder *gestört* haben. Default-Status: *entriegelbar*
Trenner unter Last	Die Verriegelung ist aktiv, wenn für das Einschalten (= *Schließen*) oder Ausschalten (= *Öffnen*) des *Trenners* bestimmte Bedingungen erfüllt werden. Default-Status: *entriegelbar* Bedingungen: siehe Abschnitt "Trenner unter Last - Verriegelungsbedingungen (auf Seite 41)".
Verbraucher würde nicht mehr versorgt werden	Verriegelung ist aktiv, wenn ein *Schalter/Trenner* geöffnet werden soll und ein eingeschalteter, mit Spannung aus einer *Quelle* versorgter Verbraucher (*Senke*), dann spannungslos wäre. Default-Status: *entriegelbar*
Bereich mit undefiniertem Zustand würde größer werden	Verriegelung ist aktiv, wenn ein *Schalter/Trenner* geschlossen werden soll, bei dem ein Anschluss den Zustand *undefiniert* oder *gestört* hat und der andere nicht. Die Verriegelung wird auch dann gemeldet, wenn der *Befehl* mit der **Schaltrichtung** *keine* konfiguriert wurde. Default-Status: *entriegelbar*
Kuppeln von Netzen	Diese Verriegelung dient dazu, unabsichtliches Zusammenschalten zweier Netze mit unterschiedlichen Generatorenquellen zu verhindern. Verriegelung ist aktiv wenn zwei ALC-Netzbereiche zusammengeschalten werden, in denen sich unterschiedliche *Generatoren* befinden. Als unterschiedliche Generatoren werden verfahrenstechnische Elemente vom Typ *Generator* mit unterschiedlichen Nummern der **Quellen** betrachtet. **Hinweis:** Die Nummern der Quellen werden im Dialog der

Parameter	Beschreibung
	Projekteigenschaft **ALC Konfiguration** in der Registerkarte **Quelle** konfiguriert. Verfahrenstechnische Elemente vom **Funktionstyp** *Quelle* gelten nicht als Generatoren. Die Verriegelung wird aktiv wenn: ▸ Nach der Schaltung sind beide Seiten des Elements unter Spannung. ▸ Eine Seite beinhaltet eine Generatorenquelle, die im anderen Netz nicht vorhanden ist. Default-Status: *nicht prüfen*
Überlastung einer Leitung	Die Verriegelung wird aktiv, wenn Schalthandlungen zu einer Stromüberlastung einer Leitung oder eines Transformators im ALC Netz führen. Default-Status: *nicht prüfen* Mit den Eigenschaften **Transformator-Name** (bei Transformator) und **Leitungsname** (bei Leitung) kann für das Element ein Namen projektiert werden. Dieser Name wird in der Runtime als Verriegelungstext verwendet, wenn das Element nach einer Schalthandlung überlastet wäre. Zusätzlich wird diese Verrieglung aktiv, wenn ▸ eine **Lastflussberechnung** nicht möglich ist. Dies ist der Fall bei fehlenden oder ungültigen Messwerten sowie bei einem undefinierten Zustand eines Schalters (nicht ein oder aus) ▸ die **Lastflussberechnung** kein schlüssiges Ergebnis errechnen kann. **Hinweis:** Diese Verriegelung ist nur für das optionale Modul **Lastflussberechnung** verfügbar.
Zusammenschalten unterschiedlicher Spannungsebenen	Die Verriegelung wird aktiv, wenn zwei ALC-Quellen mit unterschiedlichen Nennspannungen zusammengeschalten werden. Diese Überprüfung erfolgt über das gesamte Netz (nicht nur beim Schalter). Default-Status: *nicht prüfen*

STATUS

Mit der Optionsspalte **Status** projektieren Sie die Möglichkeiten der Benutzerinteraktion in der Runtime. Auswahl des Verhaltens in der Runtime via Dropdownliste.

Parameter	Beschreibung
nicht prüfen	Für die Bedingung wird keine Überprüfung und Verrieglung durchgeführt.
entriegelbar	Die Verrieglungsbedingungen werden für die Bedingung überprüft. Trifft die Bedingung zu, so tritt die Verriegelung in Kraft. Die Verriegelung kann durch einen Benutzer in der Runtime entriegelt werden, z.B. in einem Bild vom Typ **Befehlsgabe**. Die Entriegelung wird in der **CEL** protokolliert.
nicht entriegelbar	Tritt in der Runtime die Verriegeleng für die Bedingung in Kraft, kann diese nicht durch einen Benutzer entriegelt werden. Die Aktion (z.B. ein *Schaltbefehl*) wird nicht durchgeführt.

AUSNAHME TOPOLOGISCHE VERRIEGELUNG

Die Topologische Verriegelung wird nicht ausgeführt, wenn:

- die Variable eines Schalters den Status Revision hat
  oder
- die Variable handnachgeführt oder auf **Ersatzwert** eingestellt wird und dabei der Wert der Variable nach der Änderung gleich ist wie der Ausgangswert (der Wert vor der Änderung).

  Beispiel:

  - Schalterpostion *AUS* wird auf *AUS* nachgeführt oder ersetzt
  - Schalterpostion *EIN* wird auf *EIN* nachgeführt oder ersetzt

3.2.2.1 Trenner unter Last - Verriegelungsbedingungen

Für die Topologische Verriegelung **Trenner unter Last** darf ein Trenner geschaltet (= geöffnet oder geschlossen) werden, wenn für die Leitungssegmente, die der Trenner zusammen verbindet, eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

BEIM EINSCHALTEN (= SCHLIEßEN) DES TRENNERS:

Es wird überprüft ob die Topologie vor dem Schalten *EIN* befindet sich in einem der Zustände:

- die beide Leitungssegmente sind von der gleichen Quelle bespannt / beide geerdet;

- das eine Leitungssegment ist spannungsfrei, das andere Leitungssegment geerdet;
- ein Leitungssegment ist unbelastet.

BEIM AUSSCHALTEN (= ÖFFNEN) DES TRENNERS:

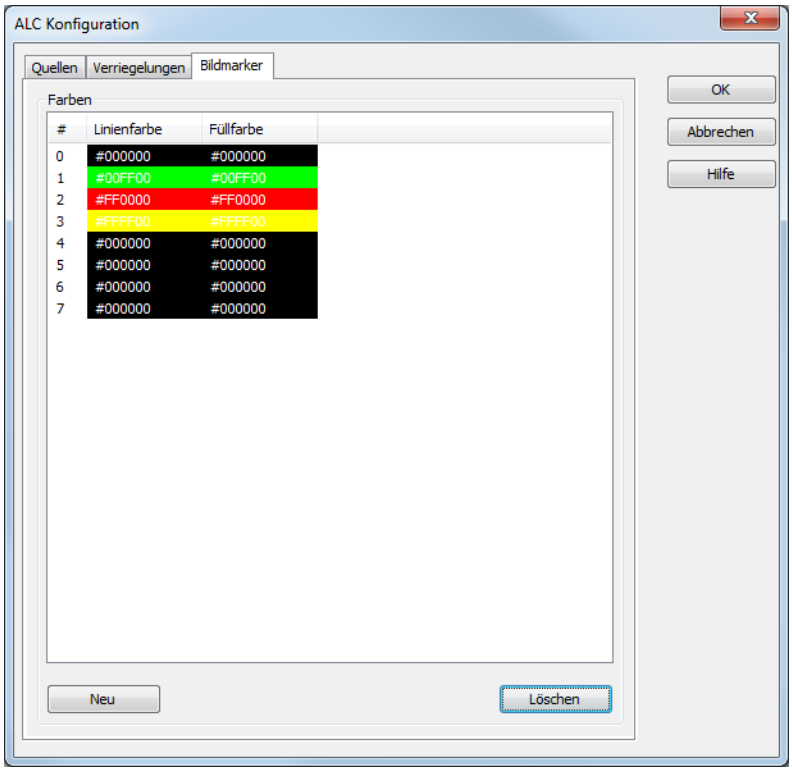
Es wird überprüft ob die Topologie nach dem Schalten *AUS* wird sich in einem der Zustände befinden:

- die beide Leitungssegmente werden von der gleichen Quelle bespannt;
- das eine Leitungssegment wird spannungsfrei, das andere Leitungssegment geerdet;
- ein Leitungssegment wird unbelastet.

> **Info**
>
> Bedeutung von "unbelastet"
>
> Der Zustand *unbelastet* bedeutet:
>
> - Entweder:
> Alle am Leitungssegment angeschlossenen Schalter und Trenner sind geöffnet.
> - Oder:
> Die am Leitungssegment angeschlossenen Schalter und Trenner sind geschlossen, aber verbinden nur zu einem weiterem Segment, welches ebenfalls unbelastet ist.
>
> Zusätzlich müssen für den Zustand *unbelastet* alle folgenden Bedingungen erfüllt werden:
>
> - Alle am Leitungssegment angeschlossenen Quellen und Verbraucher sind ausgeschaltet.
> - Es darf kein Trafo am Leitungssegment angeschlossen sein.
> - Es darf sich nicht um eine Leitung handeln, an der ausschließlich nur dieser Trenner angeschlossen ist (eine offene Leitung).

3.2.3 Konfiguration der Bildmarker

Hier konfigurieren Sie die Farbtabelle für die Bildmarker für die impendanzbasierte Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung (auf Seite 68). Siehe auch: **AddMarker**.



Parameter	Beschreibung
Nummer	Interne eindeutige fortlaufende Nummer zur eindeutigen Zuordnung. Diese Nummer wird vom System automatisch vergeben, und kann nicht geändert werden.
Linienfarbe	Linienfarbe des Bildmarkers.
Füllfarbe	Füllfarbe des Bildmarkers.
Neu	Fügt eine neue Farbe hinzu.
Löschen	Löscht die ausgewählte Farbe. **Hinweis:** Es kann immer nur die letzte Farbe in der Liste gelöscht werden. Standardfarben können nicht gelöscht werden.

Die Konfiguration der Farben kann direkt über die Eingabe des entsprechenden Hexadezimal-Codes erfolgen oder über eine Farbpalette.

Zur direkten Eingabe:

1. Klicken Sie mit der linken-Maus-Taste die Farbbezeichnung an.

   Das Feld wird in den Editiermodus umgeschaltet.
2. Geben Sie den Code ein.
3. Drücken Sie die **Eingabe-Taste** oder wählen Sie eine weitere Quelle aus, um die Änderung zu übernehmen.

Zur Auswahl über eine Farbpalette:

1. Markieren Sie die gewünschte Zeile.
2. Klicken Sie auf die Schaltfläche **...** hinter der Farbe.
   Hinweis: Die Schaltfläche **...** ist nur dann sichtbar, wenn der Farbeintrag mit Mausklick ausgewählt ist.

   Die Farbpalette wird in einem Kontextmenü geöffnet.
3. Wählen Sie die gewünschte Farbe.

Der hexadezimale Farbcode beschreibt einen RGB-Farbwert und setzt sich wie folgt zusammen: **#RRGGBB**.

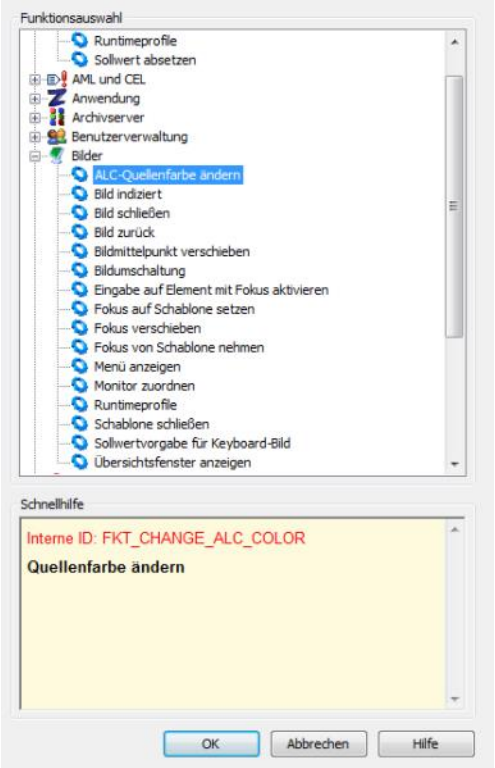
Element	Bedeutung
#	Kennzeichnung dafür, dass ein Hexadezimaler Farbcode verwendet wird.
RR	2 Stellen für den Rotwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. *0-255* entspricht *0-FF*
GG	2 Stellen für den Grünwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. *0-255* entspricht *0-FF*
BB	2 Stellen für den Blauwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. *0-255* entspricht *0-FF*

3.3 Funktion: ALC-Quellenfarbe ändern

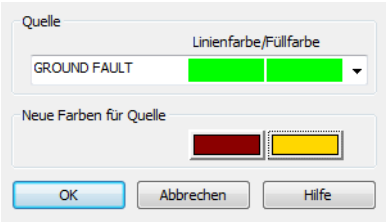
Mit der Funktion **ALC-Quellenfarbe ändern** kann die Vordergrund- und Hintergrundfarbe einer ALC-Quelle für die Einfärbung in der Runtime vorübergehend geändert werden. Die Änderung bleibt bis zum Beenden der Runtime, Nachladen oder erneuten Ausführung der Funktion geändert. Um die Funktion zu erstellen:

- wählen Sie Funktion neu
- navigieren Sie zum Knoten Bilder

- wählen Sie **ALC-Quellenfarbe ändern**



- der Dialog zur Definition der Linienfarbe und der Füllfarbe öffnet sich
- definieren Sie die gewünschten Farben



Eigenschaft	Funktion
Quelle	Dropdownliste zur Auswahl der Quelle und Anzeige der aktuell zugewiesenen Farben. Diese Farben sind hier nicht änderbar.
Neue Farbe für Quelle	Klick auf Farbe öffnet Dialog zur Auswahl einer Farbe.

3.4 Alias für Detailbilder

Für die Darstellung von Einzelbildern kann mit der Hilfe eines *Alias* ein Teilbereich aus dem Topologischen Netz herausgenommen und einzeln dargestellt werden. Die Bildelemente im Detailbild werden zwar nicht in das topologische Model mit aufgenommen, beziehen aber trotzdem ihre

ALC-Farben aus dem Modell. Diese Bildelemente beziehen sich dazu auf einen Alias der Bildelemente aus dem Gesamtbild.

> **Achtung**
>
> Alias sind nur innerhalb eines Projekts gültig!
>
> Das bedeutet für Symbole, die Elemente mit Verknüpfungen zu Aliase enthalten:
>
> Wird das Symbol in die **Allgemeine Symbolbibliothek** oder in die **Symbolbibliothek im Globalprojekt** eingefügt und dort bearbeitet, gehen alle ALC Alias Informationen ohne weiteren Hinweis verloren!

ALIAS ANLEGEN

Alias können angelegt werden für die Elemente:

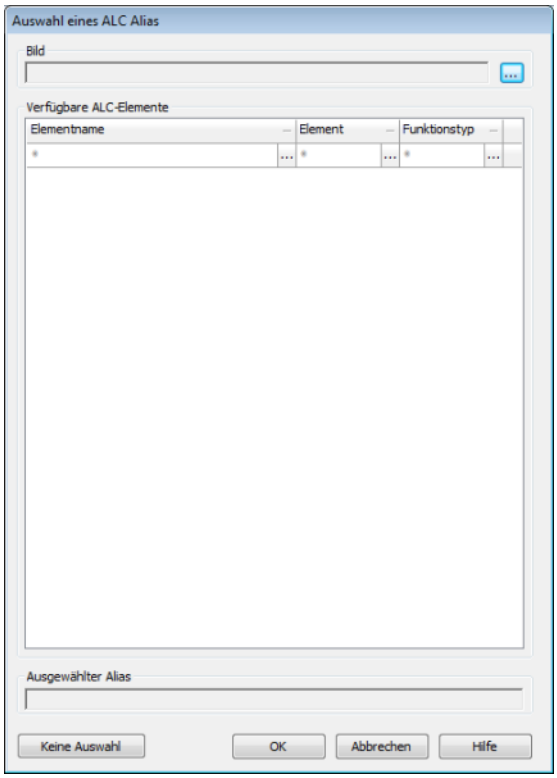
- Linie
- Polylinie
- Rohrleitung
- Combi-Element

> **Achtung**
>
> Ein ALC Alias kann nicht angelegt werden, wenn im Namen des ausgewählten Bildes ein Punkt (.) enthalten ist.
>
> Lösung: Ersetzen Sie den Punkt im Bildnamen durch ein anderes Zeichen, z.B. einen Unterstrich (_).

Um ein Quellelement als Alias anzulegen:

- Aktivieren Sie beim Element, in der Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** die Eigenschaft **Alias verwenden**.
  Hinweis: Dazu müssen das Modul **ALC** lizenziert, und die Eigenschaft **Farbe aus ALC** aktiviert sein.
- Klicken Sie bei der Eigenschaft **Alias** auf die Schaltfläche **...**

- Der Dialog zur Auswahl des Elements öffnet sich.



Parameter	Beschreibung
Bild	Klick auf Schaltfläche **...** öffnet Dialog zur Auswahl eines Bildes.
Verfügbare ALC-Elemente	Zeigt die zum Bild gehörigen Elemente mit Elementname, Art des Elements und Funktionstyp an. Klick auf ein Element wählt Alias aus. **Filter** Die Elemente können nach allen Spalten gefiltert werden. Beim Setzen eines Filters werden die angebotenen Möglichkeiten aller anderen Filter auf sinnvoll kombinierbare Werte reduziert. - **Name**: Eingabe eines freien Suchbegriffs mit Wildcards (*). Die letzten 12 Suchbegriffe werden bis zum Beenden des Editors in einer Liste angeboten. - **Element**: Auswahl aus Dropdownliste. - **Funktionstyp**: Auswahl aus Dropdownliste. Klick auf **...** öffnet gespeicherte Suche oder Dropdownliste.

Parameter	Beschreibung
	Bei aktiviertem Filter löscht Klick auf Schaltfläche **X** den Filter.
Ausgewählter Alias	Zeigt das im Feld **Verfügbare ALC-Elemente** ausgewählte Element an.
Keine Auswahl	Entfernt ausgewähltes Element.
OK	Speichert Auswahl und schließt Dialog.
Abbrechen	Verwirft Änderungen und schließt Dialog.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

Info

Bei der Auswahl eines Elements für einen Alias können nur Elemente und Bilder aus demselben Projekt gewählt werden, in dem der Alias definiert wird. Elemente aus Unterprojekten oder parallelen Projekten stehen nicht zur Verfügung.

ERSETZUNG VON ALIASNAMEN

Alias können bei der Bildumschaltung über Verknüpfung ersetzen ausgetauscht werden. Ein Detailbild kann daher mit den Daten unterschiedlicher Anlagenteile, z. B. Abgängen oder Teilnetzen, dargestellt werden. Die Ersetzung von Aliasnamen erfolgt analog zu jener von Variablen und Funktionen. Auch die Ersetzung in Elementen, die in Symbolen verwendet werden, ist möglich. Als Auswahldialog für das Ziel wird der gleiche Dialog wie bei der Eigenschaft **Alias** geöffnet.

3.5 Fehlerortung in elektrischen Netzen

Die Fehlerortung kennzeichnet durch spezielle Einfärbung via ALC jene Netzteile, die mit Erdschluss oder Kurzschluss behaftet sind. Anfangspunkte für die Fehlersuche sind sogenannte Erdschluss- oder Kurzschlussmelder (z.B. Melder eines Schutzgerätes), die einem Leistungsschalter zugeordnet sind. Es wird angenommen, dass die Erdschluss- und Kurzschlussmelder sich immer am Ausgang des Leistungsschalter-Elements befinden. Aus diesem Grund sollten bei der Projektierung die entsprechende Variablen (mit Meldungen des Schutzgeräts) mit ALC Elementen vom **Funktionstyp** *Schalter* verknüpft werden.

Die Meldungen von Schutzgeräten werden durch spezielle Einfärbungen mit den Quellenfarben *ID 1* und *ID 2* dargestellt. Die Einfärbung erfolgt jedoch nur, wenn die Meldung für ein Schutzgerät zutrifft, während die Leitungen bespannt sind. Parallel dazu werden die Meldungen auf die zusätzliche Variablen für die Anzeige gesetzt. Damit können Fehler in einem zenon Bild auch grafisch dargestellt

werden. Diese Darstellung kann z.B. durch die Projektierung eines zusätzlichen Combi-Elements erfolgen, welches nur sichtbar ist, wenn der entsprechende Zustand (= *Zustand gestört*) erfüllt ist.

Die Anzeige muss manuell zurückgesetzt (= quittiert) werden nachdem die Schutzgeräte die Meldungen zurückgezogen haben.

> **Info**
>
> Diese Funktionalität ist nur verfügbar, wenn sowohl die Energy Edition als auch das Modul Automatic Line Coloring lizenziert sind (Topologiepaket).

FEHLERORTUNG

Die Fehlerortung läuft lokal auf jedem Rechner in zenon Netzwerk. Jeder Client im Netzwerk hat sein unabhängiges Modell und kann somit unabhängig Erd- und Kurzschlüsse in verschiedenen Teilen der Topologie suchen.

Die Fehlerortung in elektrischen Netzen teilt sich in:

- Erdschlusssuche (auf Seite 50)
- Kurzschlusssuche (auf Seite 57)

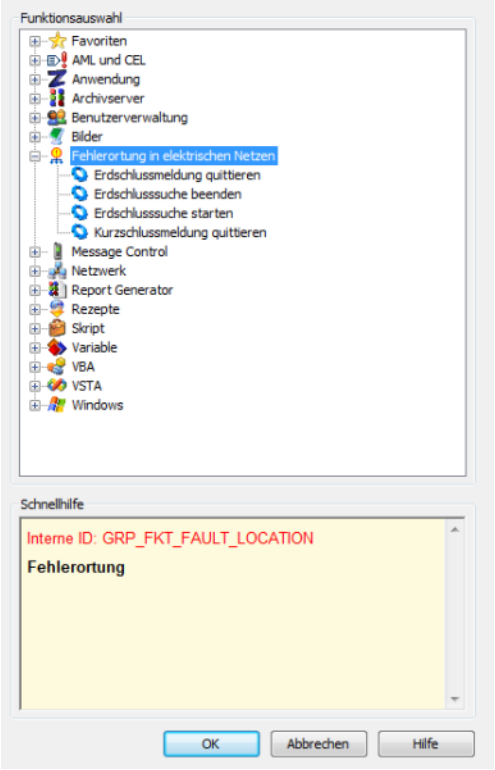
Um die Fehlerortung zur projektieren

- benötigen Sie eine Lizenz für ALC und zenon Energy Edition
- legen Sie die entsprechenden Bilder an
- konfigurieren (auf Seite 9) Sie ALC auf den entsprechenden Combi-Elementen mit dem Funktionstyp *Schalter*
- konfigurieren (auf Seite 23) Sie Leitungen so, dass sie ihre Einfärbung über ALC erhalten

Für die Fehlerortung stehen Ihnen in der Runtime spezielle Funktionen zur Verfügung:

- Erdschlusssuche starten (auf Seite 55)
- Erdschlussmeldung (auf Seite 55) quittieren (auf Seite 55)
- Erdschlusssuche beenden (auf Seite 57)

- Kurzschlussmeldung quittieren (auf Seite 60)



EINFÄRBUNGEN

Fehler lassen sich durch eine spezielle Einfärbung der Leitungen im ALC anzeigen, wenn die Meldungen antreffen während die Leitungen bespannt sind. In der Runtime wechselt die per ALC zugewiesene Farbe automatisch, sobald sich der Zustand der Leitung ändert. Die projektierten Einfärbungen können in der Runtime vorübergehend über die Funktion ALC-Quellenfarbe ändern (auf Seite 44) geändert werden.

Meldungen werden in der Reihenfolge ihres Eintreffens bearbeitet. Bei Konflikten

- haben die Farben für Fehleranzeige den Vorrang
- haben Kurzschlussmeldungen Vorrang vor Erdschlussmeldungen

3.5.1 Erdschlusssuche

Die Erdschlusssuche dient dazu, potenziell erdschlussbehaftete Netzteile durch Einfärbung zu markieren. Die Farbe wird aus der Projektierung der ALC-Quellenfarben (auf Seite 31) für die Quelle *GROUND FAULT* (ID 1) bezogen. Parallel dazu werden die Meldungen auf die zusätzliche Variablen für die graphische **Anzeige** gesetzt.

Welche Netzteile potenziell erdschlussbehaftet sind, wird aus den Erdschlussmeldungen von Erdschlusserkennungsgeräten (Erdschlussanzeiger, Schutzgerät mit Erdschlusserfassung) abgeleitet. Für Erdschlussmeldungen gilt:

- Jedes Gerät kann eine, zwei oder drei Erdschlussmeldungen besitzen.
- Diese Erdschlussmeldungen werden entweder per Dauermeldungsverarbeitung oder per Wischermeldungsverarbeitung behandelt.
- Bei Erdschlusserkennungsgeräten mit Richtungserkennung kann sich die Richtung vor- oder nacheilend zur Auslösung verhalten.
  - Voreilend:
    Zuerst wird die Meldung über die Richtung (**Vorwärts** und/oder **Rückwärts**) ermittelt und gemeldet, anschließend die Meldung über die **Auslösung**.
  - Nacheilend:
    Zuerst wird die **Auslösung**, dann die Richtung ermittelt und gemeldet.

> **Info**
>
> Ein potenziell erdschlussbehafteter Netzteil wird erst dann als nicht mehr erdschlussbehaftet betrachtet, wenn dieser erfolgreich bespannt wurde.

PROJEKTIERUNG

Um die Erdschlusssuche zu projektieren:

1. weisen Sie dem Combi-Element, das den Schalter repräsentiert, den **Funktionstyp** Schalter (auf Seite 52) zu
2. definieren Sie Modus der Erdschlusssuche (auf Seite 51), Erdschlusserkennung Auslösung (auf Seite 54) und Erschlussanzeige (auf Seite 53).
3. legen Sie die Funktionen für Erdschlusssuche starten (auf Seite 55), Erdschlussmeldung quittieren (auf Seite 55) und Erdschlusssuche beenden (auf Seite 57) an

> **Info**
>
> Um auch in vermischten Netzen Erdschlüsse eingrenzen zu können, wird pro Pfad beginnend bei einer Quelle nur ein erdschlussbehafteter Bereich gesucht.

3.5.1.1 Modus der Erdschlusssuche

Die Erdschlusssuche kann wahlweise:

- den potenziell erdschlussbehafteten Netzteil einfärben
  oder

- das gesamte Netz, in dem sich ein Erdschluss befindet

Der Modus der Einfärbung wird definiert über die Eigenschaft **Modus der Erdschlusssuche**.

Um die Eigenschaft zu projektieren:

- navigieren Sie in den Projekteigenschaften zum Knoten **Automatic Line Coloring**
- wählen Sie in der Dropdownliste der Eigenschaft **Modus der Erdschlusssuche** den gewünschten Modus
  - Netzteil einfärben: färbt nur den potenziell erdschlussbehaftete Netzteil ein
  - Ganzes Netz einfärben: färbt das gesamte zusammenhängende Netz, in welchem sich ein Erdschluss befindet, ein

Diese Einstellung kann in der Runtime über das Objektmodell der zenon API geändert werden. Dabei wird die Erdschlusssuche komplett neu durchgerechnet.

3.5.1.2 Erdschlusserkennungstyp

Über die Eigenschaft **Typ** werden Richtung und Art der Meldungsverarbeitung für das Combi-Element vom Typ Schalter projektiert.

Führen Sie dazu folgende Schritte aus:

1. Navigieren Sie in den Eigenschaften des Combi-Elements zu der Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**
2. Navigieren Sie in den Bereich **Erdschlusserkennung**
3. Wählen Sie aus der Dropdownliste der Eigenschaft **Typ** den gewünschten Typ mit Richtung und Art der Meldungsverarbeitung
   - *Richtung:*
     gibt an, ob die steigende Flanke der Auslösungsmeldung oder die steigende Flanke einer Richtung vorher kommt
   - *voreilend:*
     bei steigender Flanke der Auslösungsmeldung wird der aktuelle Zustand der Richtung verwendet
   - *nacheilend:*
     nach steigender Flanke der Auslösungsmeldung wird auf die erste steigende Flanke einer Richtung gewartet, trifft diese nicht innerhalb von 2 Sekunden ein, wird das Erdschlusserkennungsgerät als ungerichtet betrachtet
   - *Meldungsverarbeitung:*
     gibt an, wie Meldungen verarbeitet werden
   - *keine:*
     normaler Schalter, Meldungen werden nicht verarbeitet

- *Dauermeldungsverarbeitung:*
  neu eintreffende Meldungen werden als neue Erdschlussauslösung berücksichtig
- *Wischermeldungsverarbeitung:*
  Meldungen, die während einer laufenden Suche (auf Seite 55) eintreffen, werden unterdrückt

Hinweis: Die Unterscheidung zwischen *Dauermeldungsverarbeitung* und *Wischermeldungsverarbeitung* bezieht sich nur auf die Verarbeitung der Meldung, nicht auf deren Art. Eine *Wischermeldungsverarbeitung* muss sich also nicht auf ein Wischer-Bit beziehen.

Achtung

Um intermittierende Erdschlüsse zu unterdrücken, werden Erdschlussmeldungen, die in kürzeren Abständen als 2s eintreffen, ignoriert.

3.5.1.3 Erdschlussanzeige

Die bei **Anzeige** verknüpfte Variable ist eine Ausgangsvariable der Fehlerortung und zeigt den erfassten Zustand des Erdschlusserkennungsgeräts an. Das ist notwendig, da alle Meldungen intern bis zum Quittieren gespeichert bleiben. Die gespeicherten Meldungen entsprechen also nicht zwingend dem aktuellen Zustand der Meldevariable.

Bei jeder Erfassung einer Änderung wird ein Sollwert auf diese Variable abgesetzt. Dabei sind die Werte wie folgt:

Wert	Bedeutung
0	kein Erdschluss
1	Erdschluss vorwärts
2	Erdschluss rückwärts
3	Erdschluss ungerichtet
4	Fehlerzustand -> beide Richtungen haben angesprochen

Info

Um Probleme im Netzwerkbetrieb zu verhindern, sollte die hier verknüpfte Variable eine lokale Variable sein.

3.5.1.4 Erdschlusserkennung Auslösung

Über die **Auslösung** wird die Variable für die Meldung des Erdschlusserkennungsgeräts definiert. Sie kann Informationen enthalten über das Vorhandensein eines Erdschlusses und die Richtung der Erdschlusses aus Sicht des Erdschlusserkennungsgeräts. Dabei wird unterschieden zwischen:

- ungerichteten Erdschlusserkennungsgeräten
- gerichteten Erdschlusserkennungsgeräten mit Auslösemeldung
- gerichteten Erdschlusserkennungsgeräten ohne Auslösemeldung

Um die Variable für die **Auslösung** zu projektieren:

1. navigieren Sie in den Eigenschaften des Combi-Elements zum Knoten **Automatic Line Coloring**
2. öffnen Sie den Knoten **Erdschlusserkennung**
   a) für ungerichtete Erdschlusserkennungsgeräte:

      klicken Sie bei der Eigenschaft **Auslösung** auf die Schaltfläche ...

      wählen Sie im sich öffnenden Dialog die gewünschte Variable

      die Eigenschaften für die Richtung bleiben leer

   b) für gerichtete Erdschlusserkennungsgeräte mit Auslösemeldung

      verknüpfen Sie die Variable mit der **Auslösung** und ergänzen Sie die entsprechend Richtung:

      vorwärts:
      verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Vorwärts**

      rückwärts:
      verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Rückwärts**

   c) für gerichtete Erdschlusserkennungsgeräten ohne Auslösemeldung

      verknüpfen Sie die Variable mit der entsprechenden Richtung:

      vorwärts:
      verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Vorwärts**

      rückwärts:
      verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Rückwärts**

      die Eigenschaft **Auslösung** bleibt leer

Hinweis: Sprechen bei einem gerichteten Erdschlusserkennungsgerät mit **Vorwärts** beide Richtungen an, so wird dieses als fehlerhaft betrachtet und ignoriert.

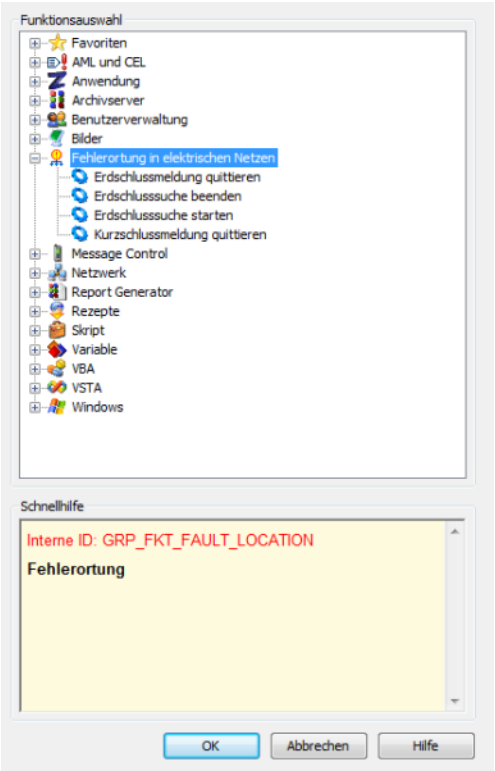
3.5.1.5 Erdschlusssuche starten

Die Funktion **Erdschlusssuche starten** dient zur Lokalisierung eines Erdschlusses und hat in der Runtime zwei Auswirkungen:

1. Meldungen aller Erdschlusserkennungsgeräte, die mit Wischermeldungsverarbeitung projektiert wurden, werden ignoriert.
2. Der Suchalgorithmus wird geändert: Schalthandlungen können den erdschlussbehafteten Bereich nur noch verkleinern. Neu eintreffende Erdschlussmeldungen vergrößern den potenziell erdschlussbehafteten Bereich also nicht.

Um die Funktion **Erdschlusssuche starten** zu projektieren:

- legen Sie eine neue Funktion an
- navigieren Sie zum Knoten Fehlerortung in elektrischen Netzen
- wählen Sie die Funktion **Erdschlusssuche starten**



- verknüpfen Sie die Funktion mit einem Button

3.5.1.6 Erdschlussmeldung quittieren

Mit der Funktion **Erdschlussmeldung quittieren** kann in der Runtime ein intern erfasster Erdschluss eines Erdschlusserkennungsgeräts quittiert werden. Dabei wird der intern gelatchte Erdschlusszustand

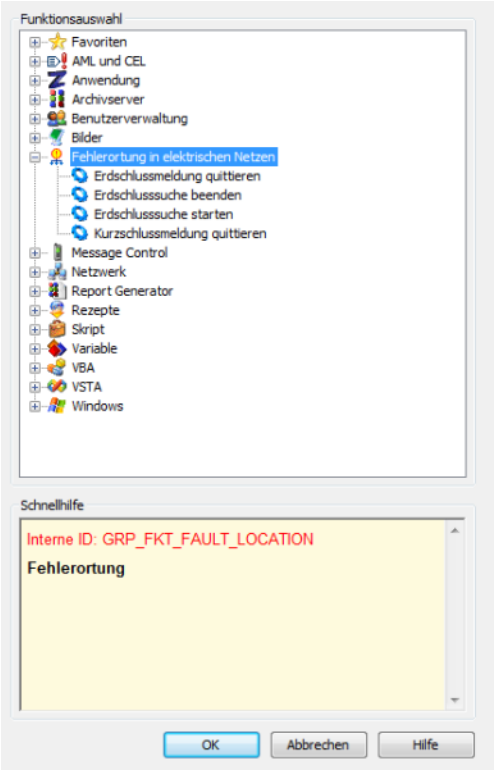
zurückgesetzt, wenn der Zustand noch ansteht, oder als quittiert markiert. Eine erfasste Erdschlussmeldung wird intern nur gelöscht, wenn diese quittiert ist und nicht mehr ansteht.

Regeln beim Quittieren:

- Wurde eine Variable verknüpft, die einer Auslösungs- oder Richtungsvariable eines Erdschlusserkennungsgeräts entspricht, so wird nur diese spezielle Erdschlussmeldung quittiert.
- Wurde keine Variable verknüpft, werden alle Erdschlussmeldungen quittiert.
- Das Quittieren kann auch über das Objektmodell der zenon API erfolgen.

Um die Funktion **Erdschlussmeldung quittieren** zu projektieren:

- legen Sie eine neue Funktion an
- navigieren Sie zum Knoten Fehlerortung in elektrischen Netzen
- wählen Sie die Funktion **Erdschlussmeldung quittieren**



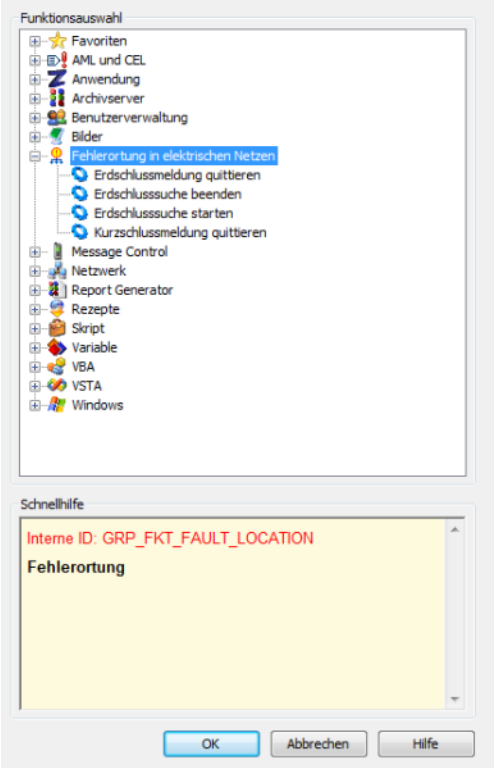
- der Dialog zur Auswahl einer Variablen öffnet sich
- verknüpfen Sie die gewünschte Variable mit der Funktion
- verknüpfen Sie die Funktion mit einem Button

3.5.1.7 Erdschlusssuche beenden

Mit der Funktion **Erdschlusssuche beenden** Sie in der Runtime die Erdschlusssuche.

Um die Funktion zu projektieren:

- legen Sie eine neue Funktion an
- navigieren Sie zum Knoten Fehlerortung in elektrischen Netzen
- wählen Sie die Funktion **Erdschlusssuche beenden**



- verknüpfen Sie die Funktion mit einem Button

3.5.2 Kurzschlusssuche

Die Kurzschlusssuche dient dazu, potenziell kurzschlussbehaftete Netzteile durch Einfärbung entsprechend zu markieren. Die Farbe wird aus der Projektierung der ALC-Quellenfarben für die Quelle *SHORT FAULT* bezogen.

Welche Netzteile potenziell kurzschlussbehaftet sind, wird aus Kurzschlussmeldungen abgeleitet. Ein Kurzschlusserkennungsgerät (Kurzschlussanzeiger, Schutzgerät) kann ein bis drei Kurzschlussmeldungen besitzen. Bei Kurzschlusserkennungsgeräten mit Richtung kann die Richtung vor- oder nacheilend zur Auslösung sein. Ein potenziell kurzschlussbehafteter Netzteil wird erst dann als nicht mehr kurzschlussbehaftet betrachtet, wenn dieser erfolgreich bespannt wurde.

PROJEKTIERUNG

Um die Kurzschlusssuche zu projektieren:

1. weisen Sie dem Combi-Element, das den Schalter repräsentiert, den **Funktionstyp** Schalter (auf Seite 58) zu
2. definieren Sie Kurzschlussanzeige (auf Seite 58) und Kurzschlusserkennung Auslösung (auf Seite 59)
3. legen Sie die Funktion für Kurzschlussmeldung quittieren (auf Seite 60) an

3.5.2.1 Kurzschlusserkennungstyp

Über die Einstellung **Typ** werden Richtung und Art der Meldungsverarbeitung für das Combi-Element vom Typ Schalter festgelegt. Zur Projektierung:

1. navigieren Sie in den Eigenschaften des Combi-Elements zum Knoten **Automatic Line Coloring**
2. öffnen Sie den Knoten **Kurzschlusserkennung**
3. wählen Sie bei der Eigenschaft **Typ** den gewünschten Typ
   - *Richtung:*
     gibt an, ob die steigende Flanke der Auslösungsmeldung oder die steigende Flanke einer Richtung vorher kommt
   - *voreilend:*
     bei steigender Flanke der Auslösungsmeldung wird der aktuelle Zustand der Richtung verwendet
   - *nacheilend:*
     nach steigender Flanke der Auslösungsmeldung wird auf die erste steigende Flanke einer Richtung gewartet, trifft diese nicht innerhalb von 2 Sekunden ein, wird das Kurzschlusserkennungsgerät als ungerichtet betrachtet
   - *Meldungsverarbeitung:*
     gibt an, wie Meldungen verarbeitet werden
   - *keine:*
     normaler Schalter, Meldungen werden nicht verarbeitet
   - *Dauermeldungsverarbeitung:*
     neu eintreffende Meldungen werden als neue Erdschlussauslösung berücksichtig

3.5.2.2 Kurzschlussanzeige

Die bei **Anzeige** verknüpfte Variable ist eine Ausgangsvariable der Fehlerortung und zeigt den erfassten Zustand des Kurzschlusserkennungsgeräts an. Das ist nötig, da alle Meldungen intern bis

zum Quittieren gespeichert bleiben, also nicht unbedingt dem aktuellen Zustand der Meldevariablen entsprechen.

Bei jeder Erfassung einer Änderung wird ein Sollwert auf diese Variable abgesetzt. Dabei sind die Werte wie folgt:

Wert	Bedeutung
0	kein Kurzschluss
1	Kurzschluss vorwärts
2	Kurzschluss rückwärts
3	Kurzschluss ungerichtet

3.5.2.3 Kurzschlusserkennung Auslösung

Über die **Auslösung** wird die Variable für die Meldung des Kurzschlusserkennungsgeräts definiert. Sie kann Informationen enthalten über das Vorhandensein eines Kurzschlusses und die Richtung der Kurzschlusses aus Sicht des Kurzschlusserkennungsgeräts. Dabei wird unterschieden zwischen:

- ungerichteten Kurzschlussmeldern
- gerichteten Kurzschlussmeldern mit Auslösemeldung
- gerichteten Kurzschlussmeldern ohne Auslösemeldung

Um die Variable für zu projektieren:

1. navigieren Sie in den Eigenschaften des Combi-Elements zum Knoten **Automatic Line Coloring**
2. öffnen Sie den Knoten **Kurzschlusserkennung**
   a) für ungerichtete Kurzschlusserkennungsgerät

      klicken Sie bei der Eigenschaft **Auslösung** auf die Schaltfläche ...

      wählen Sie im sich öffnenden Dialog die gewünschte Variable

      die Eigenschaften für die Richtung bleiben leer

   b) für gerichtete Kurzschlusserkennungsgerät mit Auslösemeldung

      verknüpfen Sie die Variable mit der **Auslösung** und ergänzen Sie die entsprechend Richtung:

      vorwärts: verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Vorwärts**

      rückwärts: verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Rückwärts**

   c) für gerichtete Kurzschlusserkennungsgerät ohne Auslösemeldung

verknüpfen Sie die Variable mit der entsprechenden Richtung:

vorwärts: verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Vorwärts**

rückwärts: verknüpfen Sie eine Variable mit der Eigenschaft **Rückwärts**

die Eigenschaft **Auslösung** bleibt leer

3.5.2.4 Kurzschlussmeldung quittieren

Mit der Funktion **Kurzschlussmeldung quittieren** kann in der Runtime ein intern erfasster Kurzschluss eines Kurzschlusserkennungsgeräts quittiert werden. Dabei wird der intern gelatchte Erdschlusszustand zurückgesetzt, wenn der Zustand noch ansteht, oder als quittiert markiert. Eine erfasste Kurzschlussmeldung wird intern nur gelöscht, wenn diese quittiert ist und nicht mehr ansteht.

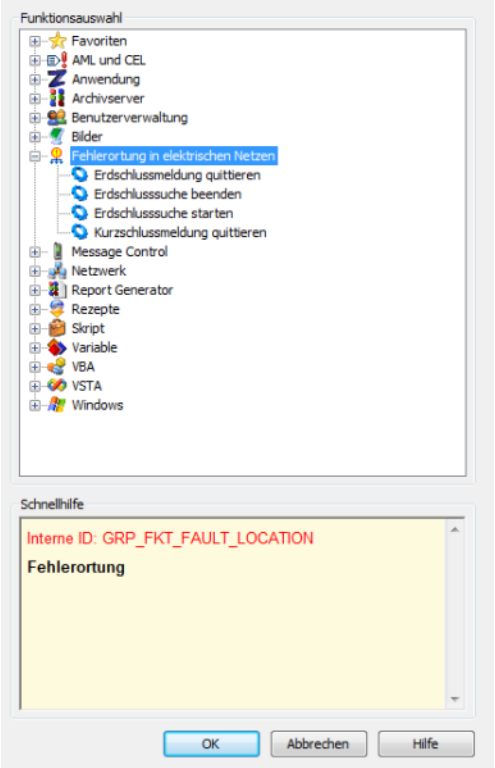
Regeln beim Quittieren:

- Wurde eine Variable verknüpft, die einer Auslösungs- oder Richtungsvariable eines Kurzschlusserkennungsgeräts entspricht, so wird nur diese spezielle Kurzschlussmeldung quittiert.
- Wurde keine Variable verknüpft, werden alle Kurzschlussmeldungen quittiert.
- Das Quittieren kann auch über das Objektmodell der zenon API erfolgen.

UM DIE FUNKTION KURZSCHLUSSMELDUNG QUITTIEREN ZU PROJEKTIEREN:

- legen Sie eine neue Funktion an
- navigieren Sie zum Knoten Fehlerortung in elektrischen Netzen

- wählen Sie die Funktion **Kurzschlussmeldung quittieren**



- wählen Sie im sich öffnenden Dialog die gewünschte Variable
- verknüpfen Sie die Funktion mit einem Button

3.5.3 Säumung

Bei aktivierter Säumung werden entsprechende ALC-Elemente in der Runtime mit einem zusätzlichen Rand visualisiert, wenn ein *Erdschluss* oder *Kurzschluss* auf der Leitung anliegt. Die Einfärbung wird mit der projektierten Erdschluss- oder Kurzschlussfarbe visualisiert.

Unterstützte ALC-Elemente:

- *Leitung*
- *Linie*
- *Polylinie*

Liegen auf dem ALC-Element sowohl Erdschluss wie auch Kurzschluss an, wird die Farbe entsprechend der projektierten Priorität dargestellt. Es wird also entweder Erdschluss oder Kurzschluss dargestellt. Projektierte **Effekte** werden bei der Darstellung in der zenon Runtime ebenfalls unterstützt.

PROJEKTIEREN IM EDITOR

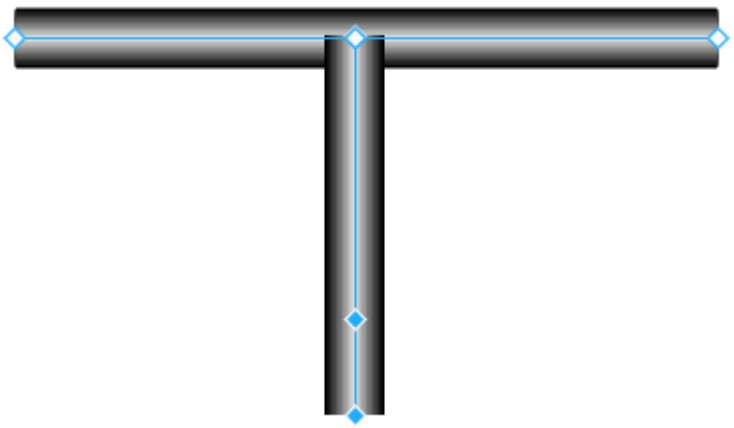
Führen Sie folgende Schritte durch um eine Säumung zu projektieren:

- Projektieren Sie die Farben für Erdschluss und Kurzschluss.
  - Klicken Sie dazu in der Projekteigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** die Schaltfläche **...** bei der Eigenschaft **ALC Konfiguration**.
    Der Dialog **ALC Konfiguration** wird geöffnet.
  - Passen Sie die Farben für die bereits bestehenden Einträge *GROUND FAULT* und *SHORT FAULT* an.
    Klicken Sie dazu die Schaltfläche **...** in der Spalte Linienfarbe. Die Farbe wird aus einer Dropdownliste ausgewählt.
- Erstellen oder wählen Sie im Editor ein zenon Bild.
- Zeichnen Sie eine Linie, Polylinie oder Leitung oder wählen Sie ein bereits bestehendes Element aus.
- Aktivieren Sie in der Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** die Eigenschaft **Farbe aus ALC**.
- Aktivieren Sie die Eigenschaft **Säumung verwenden** und projektieren Sie die Breite der Säumung in der Eigenschaft **Säumungsbreite [px]**.

PROJEKTIERUNGSHINWEIS

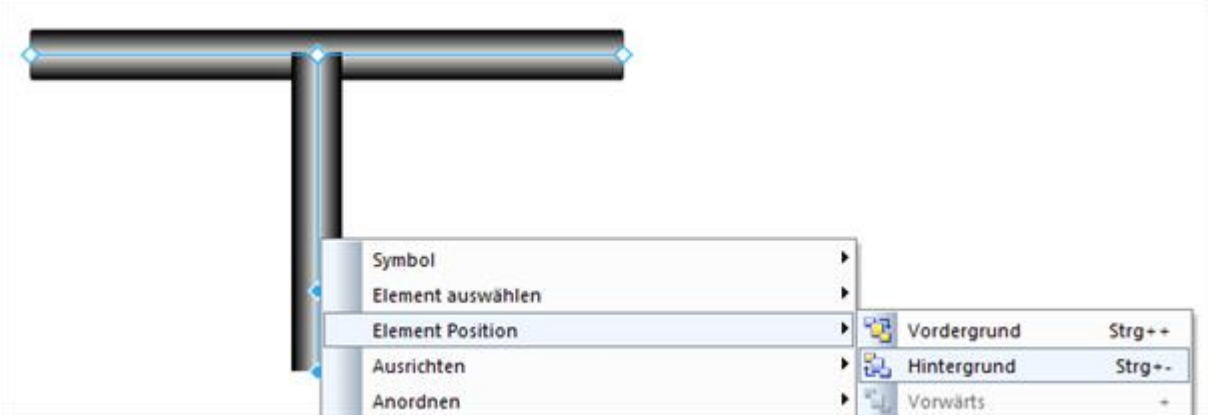
Für eine saubere grafische Darstellung der Säumung in der Runtime wird folgende Projektierung empfohlen:

- Zeichnen Sie ALC-Linienelemente.
  Dadurch kann es dazu kommen, dass die Darstellung einer Linie in eine andere hineinragt.

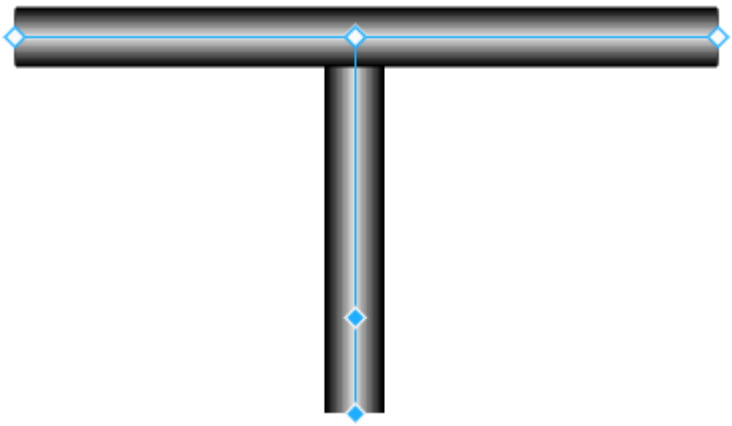


- Um diesen grafischen Makel zu bereinigen:
  a) Markieren Sie jenes Element, welches durch die Projektierung überlappt.
  b) Wählen Sie im Kontextmenü den Eintrag **Element Position**.

c) Wählen Sie im Submenü den Eintrag **Hintergrund**.



Das gewählte Element wird in den Hintergrund verschoben. Dadurch ist eine korrekte Darstellung der Leitungselemente gewährleistet.



3.6 Impedanzbasierende Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung

Die *impedanzbasierende Fehlerortung* und *Lastverteilungsrechnung* erweitert ALC.

Während das Basismodul ALC Knoten und Kanten identifiziert, erkennt dieses spezielle Modell auch Linien und deren Parameter.

Fehlerortung aus Schutz ist via Projektierung im zenon Editor möglich. So kann z.B. der Fehlerort in einem zenon Bild mit einem Marker visualisiert werden.

Zusätzlich stellt dieses ALC-Modell Eigenschaften und Methoden zur externen Auswertung der Fehlerortung und Lastverteilung via API zur Verfügung.

EIGENSCHAFTEN FÜR ALC UND DAS ERWEITERTE TOPOLOGISCHE MODELL

Die ALC-Elemente **Combi-Element** und **Leitung** (*Linie*, *Polyline*, *Rohrleitung*) verfügen über spezielle Eigenschaften für *impedanzbasierende Fehlerortung* und *Lastverteilungsrechnung*. Die Eigenschaften für die *Lastverteilungsrechnung* werden im Editor projektiert. Die Auswertung erfolgt jedoch nicht in zenon, sondern steht über die zenon API von Anwendern zu erstellenden Algorithmen zur Verfügung.

DATEIEN FÜR ERWEITERTES TOPOLOGISCHES MODELL

Das einfache topologische Modell des Basismoduls ALC für die Einfärbung wird um ein erweitertes topologisches Modell ergänzt, das alle Leitungen als separate Kanten enthält. Dieses erweiterte topologische Modell wird als **ALC.xml** abgelegt und kann so von externen Anwendungen eingelesen werden. Die **ALC.xml** enthält zwei Abschnitte:

- **GraphElements**:
  enthält das erweiterte topologische Modell ohne Alias
- **GraphAliases**:
  enthält nur die Alias

3.6.1 Impedanzbasierende Fehlerortung des Kurzschlusses

Bei der impedanzbasierende Fehlerortung wird in der Topologie ein Fehlermarker am Ort der Störung gesetzt. Die von Schutzgeräten gemessenen Impedanzwerte werden vom Modul **ALC** ausgewertet. Basierend auf der Topologie werden die Fehlermarker korrekt in einem zenon Bild positioniert.

Tritt ein Kurzschluss auf und ist die Reaktanz ungleich Null, so startet die Suche nach den Kurzschlussort:

- *Kurzschluss*:
  gemeldet durch die verlinkte Variable bei der Eigenschaft **Auslösung** (Eigenschaftengruppe **Kurzschlusserkennung** des Elements).
- *Reaktanz*:
  Wert der Variable (vom Datentyp REAL), die mit der Eigenschaft **Reaktanzwert aus Schutz** (Eigenschaftengruppe **Topologische Eigenschaften** des Elements) verlinkt ist.

> **Info**
>
> Impedanzbasierte Fehlersuche kann in dieser Topologie nicht auf vermaschte Netze angewendet werden.

POSITION DES MARKERS

Alle Leitungen werden in der entsprechenden Richtung durchlaufen. Die Richtung ergibt sich aus der negativen oder positiven Reaktanz. Die jeweilige Reaktanz der durchlaufenen Leitung wird abgezogen und es wird weitergesucht, bis die Rest-Reaktanz kleiner als die Reaktanz der nächsten Leitung ist. In der Leitung wird ein Marker gezeichnet. Die Position des Markers entspricht der Rest-Reaktanz.

Bei fehlendem Reaktanzwert bei Kurzschlussmeldung wird kein Marker gesetzt. Damit der Marker korrekt gezeichnet wird darf der Bereich während der Kurzschlussmeldung nicht unter Spannung stehen. Bei nacheilenden Kurzschlussmeldungen wird die Reaktanz erst dann ausgewertet, wenn die Richtungsmeldung eingetroffen oder das Timeout von 2 Sekunden abgelaufen ist.

Die Suche bricht ab, wenn ein offenes Schaltelement oder ein sonstiges ALC-Element gefunden wurde. Jeder Netz-Teil und jede einzelne Leitung darin werden nur einmal pro Auslöser durchlaufen, daher treten bei Schleifen im Leitungsnetz weniger Marker auf, als möglich wären.

Beim Nachladen werden bereits bestehende Marker an derselben Stelle wie vor dem Nachladen gezeichnet. Änderungen in der Projektierung der Fehlerortung werden erst nach einem erneuten Kurzschluss neu ausgewertet.

Wird eine Kurzschlussmeldung aufgehoben und quittiert, werden alle Marker dieses Kurzschluss-Auslösers gelöscht.

Hinweis: Abhängig von der Reihenfolge des Beseitigens der Kurzschlüsse und des Wieder-Einschaltens können Marker noch eingezeichnet bleiben, obwohl die Leitung nicht mehr als Kurzschluss eingefärbt ist.

3.6.2 Lastverteilungsrechung

Bei der impedanzbasierenden Fehlerortung wird in der Topologie ein Fehlermarker am Ort der Störung gesetzt. Der Ort wird aus Impedanz, aufgrund der erweiterten Topologie berechnet.

Um die impedanzbasierende Fehlerortung im zenon Editor zu projektieren, führen Sie folgende Schritte durch:

1. Aktivieren Sie die impedanzbasierende Fehlerortung:
   a) Klicken Sie dazu das Projekt in Ihrem **Arbeitsbereich**.
   a) Klicken Sie in die Projekteigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**.
   b) Aktivieren Sie die Eigenschaft **Fehlerortung basierend auf Impedanz**.

   Optional:

   Projektieren Sie die **Max. zulässige Stromüberlastung [%]** der Leitung.

   Konfigurieren Sie die Einstellung für die Verriegelung *Überlastung einer Leitung* in der Eigenschaft **ALC Konfiguration**. Per Default ist diese Verriegelung nicht aktiviert.

2. Projektieren Sie die Darstellung der Bildmarker mit den Projekt-Eigenschaften:
   a) **Größe der Bildmarker**
   b) **Linienbreite der Bildmarker**
   c) **Darstellungstyp der Bildmarker**
3. Erstellen Sie ein zenon Bild.
4. Positionieren Sie das Element **Combi-Element** auf dem zenon Bild.
   Der Variablenauswahldialog wird geöffnet.
5. Konfigurieren Sie die ALC-Einstellungen für das Combi-Element:
   a) Stellen Sie sicher, dass das Combi-Element ausgewählt ist.
   b) Wechseln Sie in die Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**.
   c) Wählen sie bei der Eigenschaft **Funktionstyp** aus der Dropdownliste den Eintrag *Schalter*.
   d) Verlinken Sie die Eigenschaft **Reaktanzwert aus Schutz** (im Eigenschaftenabschnitt **Topologische Eigenschaften**) mit einer Variable vom Datentyp *REAL* mit dem Wert der gemessenen Impedanz.
   e) Wählen Sie den Typ der **Kurzschlusserkennung** in der Dropdownliste der Eigenschaft **Typ**.
   f) Projektieren Sie die Farbe des Markers in der Eigenschaft **Markerfarbe**.

3.6.3 Erweitertes topologisches Modell

Jedes Objekt hat eine eindeutige ID, über die es innerhalb der Datei referenziert wird. Die Attribute entsprechen einem Subset der zenon Bildelemente, die die Elemente erzeugt haben.

GRAPHELEMENT

ID	Beschreibung
Picture	Bildname
ElementID	Bildelement-ID
ElementRef	Bildelement -Referenz
Type	Bildelement -Typ (siehe "Element")
SourceID	Quellennummer
ReverseSourceID	Quellennummer in Rückwärtsrichtung
Variable	Zustandsvariable

ID	Beschreibung
VarProtReact	Reaktanzvariable
MaxIType	Art des Maximalstroms
MaxIVal	Maximalstrom Konstantwert
VarMaxI	Maximalstrom Variable
VarCurI	Momentanstrom Variable
VarCalcI	Berechneter Strom Variable
VarCurP	Momentanleistung Variable
LoadType	Art der Last
LoadVal	Last Konstantwert
VarLoad	Last Variable
React	Reaktanz
Resist	Resistanz
Length	Leitungslänge
Node1IDs	Liste alle mit Knoten1 verbundenen Element-IDs
Node2IDs	Liste alle mit Knoten2 verbundenen Element-IDs

GRAPHALIAS

ID	Beschreibung
Picture	Bildname
ElementID	Bildelement-ID
ElementRef	Bildelement -Referenz
Type	Bildelement -Typ (siehe "Element")
OrigElemRef	Bildelement –Referenz des originalen Bildelements
OrigGraphElemID	ID des originalen Elements in "GraphElements"

3.6.4 API

Im Objektmodel der zenon API stehen für das Modell die Objekte `ALCGraphElement` und `ALCGraphAlias` zur Verfügung. Diese enthalten dieselbe Information wie die XML-Datei. Auf diese Objekte kann in der ALC-Engine zugegriffen werden über:

- `GraphElemCount()`
- `GraphAliasCount()`
- `GraphElemItem()`
- `GraphAliasItem()`

BENUTZERSPEZIFISCHE TOPOLOGISCHE VERRIEGELUNGEN

Wird eine topologische Verriegelung geprüft, so wird an der ALCEngine folgender Event aufgerufen:

- `void CheckInterlocking(IALCEdge* pALCEdge, long nNewState, tpLockResult* LockResult, BSTR* bsText, VARIANT_BOOL* bUnlockable);`

Übergeben werden der zu schaltende Schalter/Trenner und der neue Status. Der Event kann `LockResult`, `bUnlockable` und `bsText` ausfüllen, um eine verletzte Verrieglungsbedingung anzuzeigen. Gibt der Eventhandler `tpBusy` in `LockResult` zurück, so wird der Eventhandler so lange aufgerufen, bis er nicht mehr `tpBusy` liefert, maximal aber *10 Sekunden*. Nach *10 Sekunden* ist die Verriegelung aktiv. In `bsText` und `bUnlockable` werden Verriegelungstext und Entriegelbarkeit zurück gemeldet.

BILDMARKER

Über die zenon API können zur Laufzeit Marker-Elemente in Bilder eingefügt werden. Diese Marker-Elemente stehen für folgende Elemente zur Verfügung:

- Linie
- Polylinie
- Rohrleitung

Diese werden hinzugefügt oder gelöscht über die API-Funktionen in `DynPictures`:

- `BSTR AddMarker(BSTR bsScreenName, long nElementID, short nPosition, short nLineColorIndex, short nFillColorIndex);`
- `VARIANT_BOOL DelMarker(BSTR bsID);`

Die GUID des Markers, die von AddMarker() geliefert wird, identifiziert den Marker eindeutig und dient sowohl als Elementname (mit Präfix „**$MARKER_**") als auch als Schlüssel zum Löschen via DelMarker(). Die via API eingefügten Marker werden bildbezogen im Projekt gespeichert. **Achtung:** Die Speicherung erfolgt nicht remanent, also nur bis zum Neustart der Runtime.

Unabhängig vom Bildschirm, auf dem ein Bild geöffnet wird, werden die dort gesetzten Marker angezeigt. Die Marker werden intern als normale bedienbare Bildelemente gehandhabt. Es werden also Mausevents darauf aufgerufen.

Das Aussehen der Marker wird über die Projekteinstellungen im Bereich **Automatic Line Coloring** der Projektkonfiguration eingestellt:

- **Darstellungstyp der Bildmarker**: Dreieck, Kreis, Quadrat, Kreuz
- **Größe der Bildmarker**: Größe in Pixel
- **Linienbreite der Bildmarker**: Breite in Pixel
- Markerfarbe: definiert sich über den Index in den Markerfarbtabelle (auf Seite 43), die sich in den Eigenschaften des Bildelemente in der Gruppe **Automatic Line Coloring** befindet

3.7 Lastflussberechnung

Das Modul **Lastflussberechnung** implementiert folgende Funktionalität:

- Berechnung für 3-Phasen, Hochleistungs-Energienetze.
- Ableitung des Lastflussmodells aus Bildern mit ALC-Elementen (aktive Elemente, geschlossene Schalter, ...).
- Berechnung des Lastflusses für den aktuellen Modell-Zustand (aus den Werten der ALC-Elemente).
- Topologische Verriegelungen, basierend auf Vorausberechnung des ALC-Modells.
- (n-1)-Berechnung.
  Visualisierung einer möglichen Überlastung des Netzes, z.B. bei Ausfall einer Leitung.

Die Projektierung wird im zenon Editor durch Parametrierung von ALC-Eigenschaften bei den entsprechenden Bildelementen vorgenommen (*Combi-Element*, *Linie*, ...). Diese Projektierungen der **Lastflussberechnung** werden in entsprechenden Eigenschaften bei ALC-Bildelementen (auf Seite 71) im zenon Editor parametriert.

In der zenon Runtime erfolgt die Berechnung (auf Seite 91) auf Basis des Newton-Raphson Verfahrens zur iterativen und näherungsweisen Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme. Das Problem wird mit komplexen Werten aufgestellt: es gilt für N Schienen, davon G mit Generatoren, 2N - G - 1 reelle Unbekannte (Spannung an den Lastschienen, Phase der Schienen). Als Startwert wird die Nennspannung ohne Phasenverschiebung angenommen.

Die Ergebnisse der Lastflussberechnung werden auf den Variablen ausgegeben, die am jeweiligen ALC-Element verknüpft sind. Diese Projektierung dient weiter als Basis für nachfolgende (n-1) Berechnungen. Das Ergebnis dieser Berechnung kann mit dem Bildtyp "*Lastfluss (n-1)-Berechnung*" in der Runtime visualisiert werden.

3.7.1 Allgemein

Das topologische Netz wurde mit Hilfe von ALC-Elementen abgebildet.

Voraussetzung für die **Lastflussberechnung** ist eine Projektierung des topologischen Netzes mit Hilfe von ALC-Elementen. In dieser Projektierung muss ein zenon Bild (ein-oder dreiphasiges ALC-Einlinienbild) mit Combi-Elementen und Linien vorhanden sein. Die für die **Lastflussberechnung** relevanten Eigenschaften müssen für diese Bildelemente korrekt parametriert sein.

Die Lastflussrechnung ermittelt:

- für Verbraucher (Lasten)
  die Spannung und die Phase.
- für Generatoren
  die Blindleistung und die Phase
- für Leitungen
  - Strom (Mittelwert)
  - Leistungsfaktor
  - Spannung am Eingang und Ausgang
  - Wirkleistung am Eingang und Ausgang
  - Blindleistung am Eingang und Ausgang
- für Transformatoren:
  - Strom am Eingang und Ausgang
  - Spannung am Eingang und Ausgang
  - Wirkleistung am Eingang und Ausgang
  - Blindleistung am Eingang und Ausgang

Die so berechneten Werte können auf Variablen ausgegeben werden, die mit ALC-Elementen verknüpft sind.

Alternativ zur Leistung kann auch der Strom ausgegeben werden: $I = S/U$. Dies kann entfallen, wenn der Strom bereits über verknüpfte Variablen verfügbar ist.

Der Lastfluss wird über die Verbindungszweige zwischen den Sammelschienen berechnet. Dazu werden die Generatoren, Transformatoren und Lasten den Schienen zugeordnet und die Zweige (auch parallel) aus den Leitungen und Schaltern gebildet. Leitungen mit Null-Impedanz werden in den Sammelschienen integriert.

ERFORDERLICHE MESSWERTE

Als Eingabe für die Lastflussberechnung sind folgende Messwerte notwendig:

- für Generatoren und Quellen:
  die Wirkleistung und die Spannung.
  Ein Generator ist die Referenz für die Phase, für ihn wird auch die Wirkleistung berechnet.
  Hinweis: Quellen verfügen über keine berechenbaren Ausgabewerte.

- für Verbraucher (Lasten):
  die Wirk- und Blindleistung
- für Transformatoren:
  das Windungsverhältnis und die Phasenverschiebung.
  Im Editor können Nennleistung [MW], Verlustleistungen, Magnetisierungsverluste, Stufenschalter und Phasenverschiebung parametriert werden.
- für Leitungen:
  die komplexe Impedanz (Resistanz und Reaktanz).
- für Kondensatoren:
  Schrittweite (s), Verschaltung (v) und Position (i).
  Daraus ergibt sich die zugeführte Blindleistung als Messwert: *Q = s*v[i]*.

Hinweis: Nur aktive Elemente werden berücksichtigt.

3.7.2 Voraussetzungen

Es wird empfohlen, die Lastflussberechnung auf einem perfomanten Rechner mit einem 64-Bit-Betriebssystem durchzuführen.

Bei den ALC-Elementen müssen ausreichend Variablen mit Messwerten verknüpft werden.

3.7.3 Projektieren im Editor

Projektierungsschritte für das Modul **Lastflussberechnung**:

1. Aktivieren Sie die Lastflussberechnung.
   a) Navigieren Sie in den Projekteigenschaften in die Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**.
   a) Wählen Sie in der Eigenschaft **Lastflussberechnung aktivieren** aus dem Dropdownmenü den Eintrag *Lastfluss*.
2. Parametrieren Sie bestehende ALC-Bildelemente.
   Die Parametrierung für die Lastflussberechnung wird in folgenden Eigenschaften der ALC-Bildelemente in der Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** konfiguriert.
   Beachten Sie auch die Hinweise in der Eigenschaftenhilfe bei den jeweiligen Eigenschaften.
   Die Verfügbarkeit ist abhängig vom projektierten **Funktionstyp** des ALC-Elements.

   ALC-Bildelement Combi-Element:

   - **Funktionstyp** *Quelle*:
     Lastflussberechnung - Eingabe

a) **Funktionstyp** *Generator*:

Lastflussberechnung - Eingabe

Lastflussberechnung - Ausgabe

b) **Funktionstyp** *Senke*:

Lastflussberechnung - Eingabe

Lastflussberechnung - Ausgabe

c) **Funktionstyp** *Transformator*:

Lastflussberechnung - Transformator Eingabe

Lastflussberechnung - Transformator Ausgabe

Beachten Sie auch die Projektierungshinweise im Kapitel **Dreiwicklungs-Transformator** (auf Seite 73).

d) **Funktionstyp** *Kondensator*:

Kondensator

ALC-Bildelement Linie oder Rohrleitung:

Lastfluss Leitung Parameter

Lastfluss Leitung Resultat

3. Verknüpfen Sie das ALC-Bildelement mit Variablen, die Messwerte aus dem Prozess liefern.
Beispiel: Eine SPS liefert den aktuellen Wert der Wirkleistung eines Generators. Die Variable für diesen Messwert verknüpfen Sie bei dem Combi-Element, mit dem Sie diesen Generator im topologischen Netz darstellen. Diese Verknüpfung projektieren Sie in der Eigenschaftengruppe **Lastflussberechnung - Eingabe** bei der Eigenschaft **Wirkleistung dynamisch [MW]**.
4. Verknüpfen Sie das ALC-Bildelement mit Variablen, in die das Ergebnis der Lastflussberechnung geschrieben wird.
Sie können dazu Variablen des **Intern Treibers** verwenden. Diese Variablen können Sie in zenon Bildern zur Anzeige der Ausgabewerte verwenden.
Hinweis: Beachten sie das Kapitel **Projektierung der Ausgabeparameter** (auf Seite 77).

PROJEKTIERUNGSSCHRITTE FÜR (N-1)-BERECHNUNG

1. Führen Sie die Projektierungsschritte für die **Lastflussberechnung** durch.
2. Aktivieren Sie die (n-1)-Berechnung.
   a) Navigieren Sie in den Projekteigenschaften in die Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**.
   b) Aktivieren Sie die Eigenschaft **(n-1)-Berechnung aktivieren**.

3. Projektieren Sie ein zenon Bild vom Typ *Lastfluss (n-1)-Berechnung*.
   Weitere Informationen dazu finden Sie im Kapitel Bild vom Typ Lastfluss (n-1)-Berechnung (auf Seite 78).
4. Projektieren Sie eine Funktion **Bildumschaltung**.

> **Info**
>
> Wird in dem Projekt die **Befehlsgabe** verwendet, kann auch eine topologische Verriegelung *Überlastung einer Leitung* (auf Seite 37) projektiert werden.

3.7.3.1 Transformatoren

Das Verhältnis der Windungszahlen eines Transformators entspricht dem Verhältnis Primärspannung zu Sekundärspannung. Die Information über **Spannung** wird aus der **ALC Konfiguration** der **Quellenfarben** gewonnen und muss nicht extra parametriert werden.

> **Achtung**
>
> Für **Lastflussberechnung** muss ein Transformator konfiguriert werden mit:
>
> - **Nennleistung [MW]** > *0*
> - **Verlust Blindleistung [MVar]** > *0*

Hat der Transformator keine Stufenschaltung, dann sollen die Eigenschaften **Stufenschaltung Minimum** = **Stufenschaltung Maximum** = **Stufenschaltung Nominell** = *1* konfiguriert werden; und die **Stufenschaltung Schrittweite** kann *0%* sein. Somit bleibt der Transformator auf 100% Nennleistung konfiguriert.

Hinweis: Falls es durch Bauart bedingte Abweichungen der Verhältnis der Windungszahlen zu Spannungen gibt, kann die Differenz als **Schrittweite** angegeben werden. Sie können dann der Transformator so parametrisieren, dass er immer auf einer Stufe neben dem Nominell bleibt.

TRANSFORMATOR MIT STUFENSCHALTUNG

Stufenschalter der Leistungstransformatoren dienen der dynamischen Änderung der Übersetzungsverhältnissen. Um die Stufenschaltung zu berücksichtigen sollen für **Lastflussberechnung** die Einstellungen vorgenommen werden:

- **Stufenschaltung Minimum -** die niedrigste Stufe.
- **Stufenschaltung Maximum** - die höchste Stufe.
- **Stufenschaltung Nominell** - die Stufe, bei der der Transformator die angegebene Nennspannung sekundär liefert.

Es ist also die Stufe, bei der die Spannungsverhältnis ist gleich Primärspannung zu Sekundärspannung; und gleich 100%.

- **Stufenschaltung Schrittweite [%]** - prozentuelle Angabe des Inkrements pro Stufe, bezogen von Nominal = 100% - auf und abwärts.
- **Stufenschaltung aktuelle Position** - eine Variable, die aktuelle Position des Stufenschalters vom Prozess liefert; z.B. eine '*step position information*' des **IEC870** Treibers oder **/TapChg/stVal[ST]* des **IEC850**.

Beispiel:

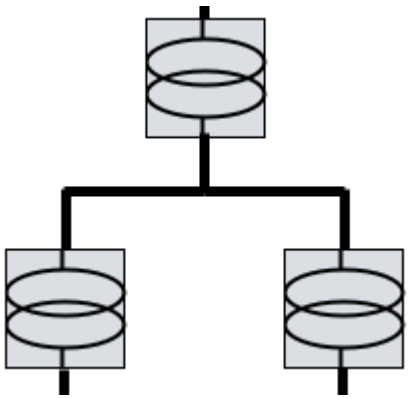
Ein Transformator mit *380* kV Primärspannung und *110* kV Sekundärspannung:

- *200* MW Nennleistung
- Stufenschaltung Minimum = *1*
- Stufenschaltung Maximum = *10*
  - also insgesamt 10 dynamische Stellungen sind möglich;
- Stufenschaltung Nominal = *5*
  - somit bei mittlerer Stufe liefert der Transformator die 100% der sekundären Nennspannung;
- Stufenschaltung Schritweite [%] = *10*
  - somit die Stufe 1 ist 60 %, Stufe 5 ist 100% (weil nominal), Stufe 10 => 150 %.
  - Bei Stufenschaltung primärseitig: die Stufen entsprechen Primärspannung 228 kV ... 570 kV, damit die Sekundärspannung konstant bleibt.
  - Bei Stufenschaltung sekundärseitig: die Stufen entsprechen Sekundärspannung 66 kV ... 166 kV, damit die Primärspannung konstant bleibt.

Hinweis: Im praktischen Betrieb ist die schwankende Primärspannung der Anlass für eine Anpassung der Stufenschaltung, damit die Sekundärspannung nahe dem Nominalwert bleibt (nach Abzug des Spannungsverlustes im Transformator selbst, wegen Impedanz und übertragener Leistung).

DREIWICKLUNGS-TRANSFORMATOR

Um einen Dreiwicklungs-Transformator für die **Lastflussberechnung** zu projektieren, erstellen Sie drei **Combi-Elemente** mit dem ALC **Funktionstyp** *Transformator*.



Im zenon Editor wird geprüft, ob ein Transformator, der als Dreiwicklungs-Primärtransformator definiert wurde, richtig angeschlossen ist: mit dem Ausgang an genau zwei weitere Transformatoren, die keine Dreiwicklungs-Primärtransformatoren sind. Im Fehlerfall wird bei der Kompilierung eine Fehlermeldung im Ausgabefenster angezeigt.

Achtung: Für eine korrekte Berechnung ist wichtig, dass alle Transformatoren eines Dreiwicklungstransformators die gleiche **Nennleistung** haben.

ELEMENT 1 FÜR DIE PRIMÄRWICKLUNG:

- Wichtig für die Primärwicklung ist, dass die Eigenschaft **Dreiwicklungstrafo Primärwicklung** aktiviert ist.
- Verknüpfen Sie die Variablen für das Ergebnis der **Lastflussberechnung** in der Eigenschaftengruppe **Lastflussberechnung - Transformator Ausgabe** in den Eigenschaften für die Eingänge:
  - **Strom Eingang [A]**
  - **Spannung Eingang [kV]**
  - **Wirkleistung Eingang [MW]**
  - **Blindleistung Eingang [MVar]**

Hinweis: Für ALC sollte auch der Primärtransformator eine Quellenfarbe haben.

ELEMENT 2 UND 3 FÜR DIE SEKUNDÄR- UND TERTIÄR-WICKLUNG:

- Wichtig bei der Projektierung der Sekundär- und Tertiär-Wicklung ist, dass die Eigenschaft **Dreiwicklungstrafo Primärwicklung** nicht aktiviert ist.

- Verknüpfen Sie die Variablen für das Ergebnis der **Lastflussberechnung** in der Eigenschaftengruppe **Lastflussberechnung - Transformator Ausgabe** in den Eigenschaften für die Ausgänge:
  - **Strom Ausgang [A]**
  - **Spannung Ausgang [kV]**
  - **Wirkleistung Ausgang [MW]**
  - **Blindleistung Ausgang [MVar]**

ZUSAMMENSPIEL DER PROJEKTIERTEN PARAMETER BEI EINEM DREIWICKLUNGS-TRANSFORMATOR

Der Dreiwicklungs-Transformator verwendet die Stufenschaltung nur vom Primärtransformator (und ignoriert sie bei den Sekundärtransformatoren). Die Phasenverschiebung wird nur von den Sekundärtransformatoren ausgewertet. Die Verluste entsprechen dem Datenblatt des Transformators oder folgender Berechnung: *Nennleistung mal der Kurzschluss-Spannung [%] / 100*.

Bei Sekundärtransformatoren werden Verlustleistungen in Bezug auf die Primärwicklung angegeben. Die Verluste zwischen der Sekundär- und der Tertiär-Wicklung werden bei der Berechnung für das Dreieck beim Primär-Transformator berücksichtigt.

Magnetisierungsverluste werden nur von der Primärwicklung berücksichtigt.

Für eine korrekte Berechnung ist wichtig, dass alle Transformatoren eines Dreiwicklungstransformators die gleiche Nennleistung haben.

PROJEKTIERUNG AUSGABEPARAMETER

Das Resultat der **Lastflussberechnung** kann für einen Transformator mit verknüpften Variablen an die Ausgabeparameter übergeben werden.

Dabei gilt:

- Der Strom ist immer positiv.
- Das Vorzeichen der Wirk- und Blindleistung ist dann positiv, wenn sie vom Eingang (Quelle = Rückspeisung) zum Ausgang (Quelle) fließt.
- Berücksichtigt wird auch, dass bei **Combi-Elementen** Ein- und Ausgang vertauscht werden können.

- Die Phase oder der Leistungsfaktor am Transformator (Ein- oder Ausgang) werden nicht ausgegeben.

Für projektierte Dreiwicklungstransformatoren gilt Folgendes:

- für **Dreiwicklungstrafo Primärwicklung** werden Variablen für die Ausgabe der Berechnung über die Eingänge verknüpft.
- für Sekundär- oder Tertiarwicklungen werden Variablen für die Ausgabe der Berechnung über die Ausgänge verknüpft.

3.7.3.2 Projektierung der Lastfluss Ausgabeparameter

Die Ergebnisse der **Lastflussberechnung** können auf verknüpfte Variablen geschrieben werden.

Die Parametrierung für die **Lastflussberechnung** wird in den folgenden Eigenschaften der ALC-Bildelemente in der Projekt-Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring** konfiguriert.

- Transformator

  Die Projektierung dafür erfolgt bei verfahrenstechnischen Elementen im Combi-Element mit ALC-**Funktionstyp** *Transformator* in der Eigenschaftengruppe **Lastflussberechnung - Transformator Ausgabe**

- Leitung

  Die Projektierung dafür erfolgt bei Leitungen (Linie, Polylinie, ...) mit aktivierter Eigenschaft **Farbe aus ALC** in der Eigenschaftengruppe **Lastfluss Leitung Resultat**.

Für die einzelnen Eigenschaften gilt:

Name	Einheit	Wertebereich	Formel
Strom	Ampere	I ≥ 0,0	*I = (VEin - VAus) / Z / √3*
Leistungsfaktor	Keine	0,0 ≤ cos φ ≤ 1,0	*cos φ = P / S = P / √(P^2+Q^2)*
Spannung Eingang	kV	U ≥ 0,0	*VEin*
Spannung Ausgang	kV	U ≥ 0,0	*VAus*
Wirkleistung Eingang	MW		*PEin + jQEin = VEin *ΔV / Z*
Blindleistung Eingang	MVar		
Wirkleistung Ausgang	MW		*PAus + jQAus = VAus *ΔV / Z*
Blindleistung Ausgang	MVar		

AUSGABE DER WERTE

Auf jeder Komponente (Leitung oder Transformator) auf einem Pfad werden alle berechneten Werte ausgegeben.

Dafür gilt:

- Der Eingang ist links-oben (ist die Linie exakt diagonal, ist der Eingang oben-rechts).
- Die Leistung ist positiv, wenn der Fluss vom Eingang zum Ausgang ist.
- Wirk- oder Blindleistung am Eingang und Ausgang haben das gleiche Vorzeichen.
- Der Verlust als *PEin - PAus* oder *QEin - QAus* ist daher immer ≥ 0,0.
- Wirk- und Blindleistung einer Leitung können verschiedenes Vorzeichen haben.
- Strom, Spannung und Leistungsfaktor sind immer positiv.
- Der Strom entlang eines Pfades (mit Gesamtimpedanz Z) ist konstant.
- Der Leistungsfaktor wird am Ausgang ermittelt.
- hat eine Leitung keine Impedanz, sind die Werte am Eingang und am Ausgang gleich.
- Ist eine Leitung Teil einer Sammelschiene, wird nur die aktuelle Spannung am Eingang und Ausgang ausgegeben.

3.7.4 Bild vom Typ Lastfluss (n-1)-Berechnung

Der neue Bildtyp *Lastfluss (n-1)-Berechnung* visualisiert in der Runtime das berechnete "N-1" Szenario, z.B. eine mögliche Überlastung des Netzes bei Ausfall einer Leitung oder eines Transformators.

Für die (n-1)-Berechnung wird je eine Leitung oder ein Transformator aus dem Netz entfernt. Das Modul **Lastflussberechnung** berechnet die daraus resultierende Belastung für die restlichen Komponenten (Leitungen und Transformatoren) in diesem Netz und visualisiert die Konsequenzen dar. Dies wird für alle Leitungen und Transformatoren ermittelt.

Die Liste im Bild kann dazu dienen, den am stärksten belasteten Teil eines Pfades (Leitung oder Transformator, Spalte **Belastung Leitung**) zu finden, nachdem eine Komponente aus dem Netz genommen wird (**Ausfall Leitung**). Die angezeigte Belastung von **Ausfall Leitung** steht in Bezug zu der Wahrscheinlichkeit, mit der die Komponente ausfallen könnte. Eine Schalthandlung (oder Ausfall) im Bereich von **Ausfall Leitung** würde zur Übertragung des Lastflusses auf **Belastung Leitung** führen.

PROJEKTIERUNG

Zum Anlegen eines Bildes stehen zwei Vorgehensweisen zur Verfügung:

- die Verwendung des Bilderstellungsdialogs

- die Erstellung eines Bildes über die Eigenschaften

Schritte zum Anlegen des Bildes über die Eigenschaften, wenn der Bilderstellungsdialog in der Menüleiste unter **Extras**, **Einstellungen** und **Assistenten verwenden** deaktiviert wurde:

1. Erstellen Sie ein neues Bild.

   Wählen Sie dazu in der Symbolleiste oder im Kontextmenü des Knotens **Bilder** den Befehl **Bild neu** aus.

2. Ändern Sie die Eigenschaften des Bildes:

   a) Benennen Sie das Bild in der Eigenschaft **Name**.

   b) Wählen Sie in der Eigenschaft **Bildtyp** *Lastfluss (n-1)-Berechnung*.

   c) Wählen Sie in der Eigenschaft **Schablone** die gewünschte Schablone.

3. Projektieren Sie die Inhalte des Bildes:

   a) Wählen Sie in der Menüleiste den Menüpunkt **Elemente (Bildtyp).**

   b) Wählen Sie in der Dropdownliste *Vorlage einfügen*.
   Der Dialog zur Auswahl vordefinierter Layouts wird geöffnet. Damit werden bestimmte Kontrollelemente an vordefinierten Positionen in das Bild eingefügt.

   c) Entfernen Sie nicht benötigte Elemente aus dem Bild.

   d) Wählen Sie nach Bedarf zusätzliche Elemente in der Dropdownliste **Elemente** aus. Platzieren Sie diese an der gewünschten Position im Bild.

4. Erstellen Sie eine Bildumschaltfunktion.

(N-1)-LISTE

Ausfall aktuell [%]	Ausfall aktuell [A]	Ausfall Leitung/Trafo	Ausfall Leitung/Trafo Belastbarkeit	Belastung (n-1) [%]	Belastung (n-1) [A]	Belastung aktuell ...	Belastung aktuell ...	Belastung Leitung/Trafo
0.000	83.4	Trafo_Bus3	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 2
0.000	83.4	Trafo_Bus3	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	41.6	Trafo_Bus3	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	41.6	Trafo_Bus3	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
85.172	712.7	Trafo 2	836.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
41.468	347.0	Trafo 2	836.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Trafo 1	836.7	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
85.172	712.7	Trafo 1	836.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 2
44.831	375.1	Trafo 1	836.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	51.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	51.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	6.0	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	6.0	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	98.6	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	98.6	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.336	14.1	Primary 2	4183.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
16.518	691.1	Primary 2	4183.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.336	14.1	Primary 1	4183.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
16.518	691.1	Primary 1	4183.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Primary	4183.7	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	0.0	Bus1_Trafo	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	712.7	Bus1_Trafo	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	712.7	Bus1_Trafo	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 2
0.000	347.0	Bus1_Trafo	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	375.1	Bus1_Trafo	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Bus1_Bus2_2	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	691.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	691.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0		0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	0.0		0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	691.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	691.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1

Parameter	Beschreibung
Ausfall aktuell [%]	Aktuelle Belastung der Komponente (Leitung oder Transformator) in Prozent, die für die Berechnung des (n-1)-Szenarios rechnerisch aus dem Netz genommen wurde.
Ausfall aktuell [A]	Aktuelle Belastung der Komponente (in Ampere), die für die Berechnung aus dem Netz genommen wurde.
Ausfall Leitung/Transformator	Name der Komponente (Leitung oder Transformator), die für die Berechnung aus dem Netz genommen wurde.
Ausfall Strombelastbarkeit	Belastbarkeit der Komponente, die für die Berechnung der Belastung aus dem Netz genommen wurde (rechnerische Umleitung des Lastflusses).
Belastung (n-1) [%]	Berechnete Belastung (in Prozent) jener Komponente (Leitung oder Transformator), die bei Ausfall einer anderen Komponente (**Ausfall Leitung**) am stärksten belastet würde. Dieser Eintrag zeigt die berechnete Belastung, also jenen Wert nachdem eine andere Leitung vom Netz genommen wird. **Hinweis:** Der Name der Komponente wird in der Spalte **Belastung Leitung** angezeigt.
Belastung (n-1) [A]	Berechnete Belastung (in Ampere) jener Komponente, die bei

Parameter	Beschreibung
	Ausfall einer anderen Komponente (Leitung oder Transformator) am stärksten belastet würde. Dieser Eintrag zeigt die berechnete Belastung, also jenen Wert, nachdem eine andere Komponente vom Netz genommen wird. **Hinweis:** Der Name der Komponente wird in der Spalte **Belastung Leitung** angezeigt.
Belastung aktuell [%]	Aktuelle Belastung der Komponente die am stärksten belastet würde (in Prozent), nachdem eine andere Komponente (Leitung oder Transformator) aus dem Netz genommen wurde. **Hinweis:** Dieser Eintrag zeigt die aktuelle Belastung ohne Berücksichtigung einer Neubelastung, also jenen Wert bevor eine andere Komponente aus dem Netz genommen wird.
Belastung aktuell [A]	Aktuelle Belastung der Komponente die am stärksten belastet würde (in Ampere), nachdem eine andere Komponente (Leitung oder Transformator) aus dem Netz genommen wurde. **Hinweis:** Dieser Eintrag zeigt die aktuelle Belastung ohne Berücksichtigung einer Neubelastung, also jenen Wert bevor eine andere Komponente aus dem Netz genommen wird.
Belastung Leitung/Transformator	Name der Komponente (Leitung oder Transformator) die am stärksten belastet würde, nachdem eine andere Komponente (**Ausfall Leitung**) aus dem Netz genommen wurde.

TRANSFORMATOR

Für die (n-1)-Berechnung von Transformatoren gilt:

- Die Zweiwicklungs-Transformatoren (auch parallel geschaltet) werden sowohl als belastete als auch als möglicherweise ausgefallene Komponente in die Berechnung aufgenommen. Ausgegeben wird der Strom auf der Eingangsseite, verglichen wird mit dem Nennstrom aus der Nennleistung: / √3 * Nenn-Eingangsspannung.
- Ein Dreiwicklungs-Transformator wird bei der Rechnung nur als eine Komponente betrachtet. Laststrom und Nennstrom werden vom Primärtransformator übernommen. Wenn der Transformator eine Brücke bildet, können bei seinem Ausfall bis zu drei nicht verbundene Netzteile entstehen. Sind so entstandenen Netzteile noch weiter mit Energie versorgt, werden diese anschließend auf die nach dem Ausfall höchstbelastete Komponente durchsucht.

3.7.4.1 Projektierung im Editor

Das Bild vom Typ *Lastfluss N-1 Berechnung* dient dazu, aktuelle Lasten einer Komponente (Leitung oder Transformator) sowie berechnete Lasten auf Komponente (Leitung oder Transformator) zu visualisieren. Die berechneten Lasten zeigen die Werte einer Komponente unter der Annahme, dass eine andere Komponente des vermaschten Netzes nicht mehr vorhanden ist.

PROJEKTIERUNG

Zum Anlegen eines Bildes stehen zwei Vorgehensweisen zur Verfügung:

- die Verwendung des Bilderstellungsdialogs
- die Erstellung eines Bildes über die Eigenschaften

Schritte zum Anlegen des Bildes über die Eigenschaften, wenn der Bilderstellungsdialog in der Menüleiste unter **Extras**, **Einstellungen** und **Assistenten verwenden** deaktiviert wurde:

1. Erstellen Sie ein neues Bild.

   Wählen Sie dazu in der Symbolleiste oder im Kontextmenü des Knotens **Bilder** den Befehl **Bild neu** aus.
2. Ändern Sie die Eigenschaften des Bildes:
   a) Benennen Sie das Bild in der Eigenschaft **Name**.
   b) Wählen Sie in der Eigenschaft **Bildtyp** *Lastfluss (n-1)-Berechnung*.
   c) Wählen Sie in der Eigenschaft **Schablone** die gewünschte Schablone.
3. Projektieren Sie die Inhalte des Bildes:
   a) Wählen Sie in der Menüleiste den Menüpunkt **Elemente (Bildtyp).**
   b) Wählen Sie in der Dropdownliste *Vorlage einfügen*.
   Der Dialog zur Auswahl vordefinierter Layouts wird geöffnet. Damit werden bestimmte Kontrollelemente an vordefinierten Positionen in das Bild eingefügt.
   c) Entfernen Sie nicht benötigte Elemente aus dem Bild.
   d) Wählen Sie nach Bedarf zusätzliche Elemente in der Dropdownliste **Elemente** aus. Platzieren Sie diese an der gewünschten Position im Bild.
4. Erstellen Sie eine Bildumschaltfunktion.

3.7.5 Bildumschaltung für die Lastfluss (n-1)-Berechnung

Um ein Bild vom Typ *Lastfluss (n-1)-Berechnung* in der Runtime aufzuschalten:

1. Projektieren Sie ein Bild vom Typ *Lastfluss (n-1)-Berechnung* (auf Seite 78).
2. Erstellen Sie eine Funktion Bildumschaltung auf dieses Bild.
3. Definieren Sie die gewünschten Spalteneinstellungen.

FUNKTION VOM TYP BILDUMSCHALTUNG ANLEGEN

Eine Funktion vom Typ **Bildumschaltung** dient dazu, Bilder in der Runtime aufzuschalten. Für die Bildumschaltung zu einem Bild vom Typ *Lastfluss (n-1)-Berechnung* können Sie die grafische Ausprägung der Liste projektieren.

PROJEKTIERUNG

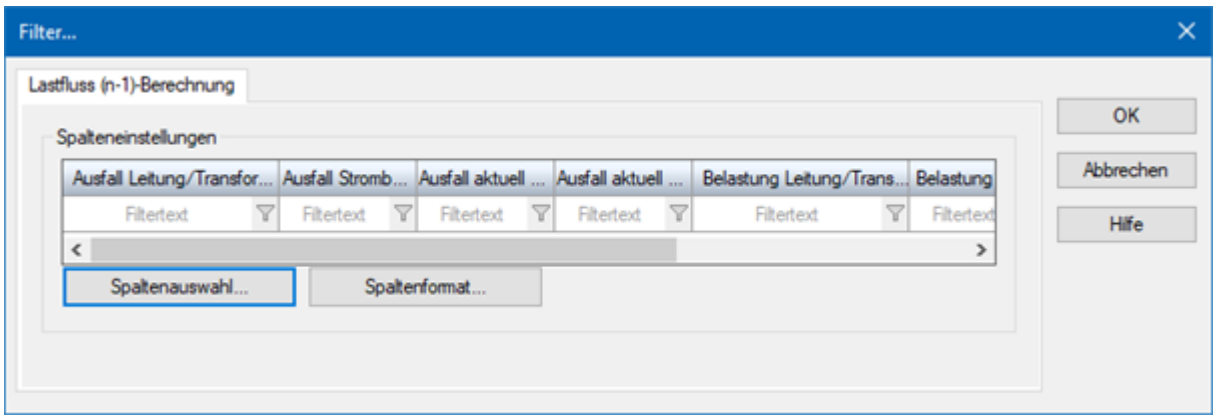
Schritte zum Anlegen der Funktion:

1. Erstellen Sie eine neue Funktion:

   Wählen Sie in der Symbolleiste oder im Kontextmenü des Knotens Funktionen **Funktion neu**. Der Dialog zur Auswahl einer Funktion wird geöffnet.
2. Navigieren Sie zum Knoten **Bilder**.
3. Wählen Sie die Funktion *Bildumschaltung*.

   Der Dialog zur Auswahl eines Bildes wird geöffnet.
4. Wählen Sie das gewünschte Bild.
   Hinweis: Wenn Sie ein Bild aus einem anderen Projekt wählen, stellen Sie sicher, dass das Projekt in der Runtime läuft.
5. Bestätigen Sie Ihre Auswahl mit Klick auf die Schaltfläche **OK**.
   Der Dialog **Filter** zur Projektierung die grafische Ausprägung der Anzeige in der Runtime wird geöffnet.
6. Klicken Sie die Schaltfläche Spaltenauswahl (auf Seite 85) und projektieren Sie die Inhalte, die Sie in der Runtime anzeigen wollen.
7. Klicken Sie die Schaltfläche Spaltenformat (auf Seite 86) und projektieren Sie das Erscheinungsbild der Liste in der Runtime.
8. Benennen Sie die Funktion in der Eigenschaft **Name**.

3.7.5.1 Filter Bildumschaltung Lastflussberechnung



In diesem Dialog konfigurieren Sie die Inhalte des Bildtyps *Lastfluss (n-1)-Berechnung* für die Ansicht in der zenon Runtime.

SPALTENEINSTELLUNGEN

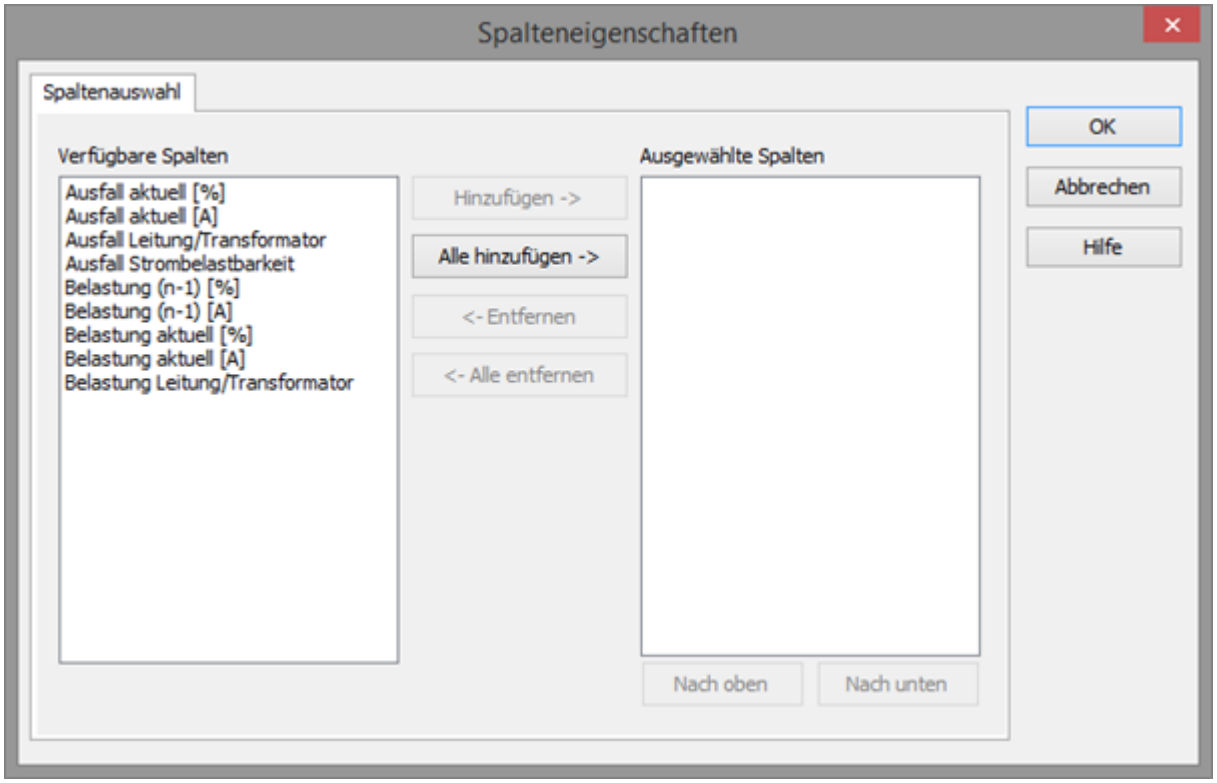
Parameter	Beschreibung
[Spaltenvorschau]	Vorschau der Spalten, die für die Anzeige in der Runtime konfiguriert sind.
Spaltenauswahl...	Klick auf Schaltfläche öffnet Dialog zur Auswahl und Reihung der Spalten (auf Seite 85) für die (n-1)-Liste.
Spaltenformat...	Klick auf Schaltfläche öffnet Dialog zur Formatierung (auf Seite 86) der (n-1)-Liste.

DIALOG BEENDEN

Option	Beschreibung
OK	Übernimmt Einstellungen und schließt den Dialog.
Abbrechen	Verwirft alle Änderungen und schließt den Dialog.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

3.7.5.2 Spaltenauswahl

Hier Konfigurieren Sie jene Spalten, die in der Anzeige in der zenon Runtime visualisiert werden.



Option	Funktion
Verfügbare Spalten	Liste der Spalten, die in der Tabelle angezeigt werden können.
Ausgewählte Spalten	Spalten, die in der Tabelle angezeigt werden.
Hinzufügen ->	Verschiebt die markierten Spalten aus den verfügbaren zu den ausgewählten. Nach der Bestätigung des Dialogs mit OK werden sie in der Detailansicht angezeigt.
Alle hinzufügen ->	Verschiebt alle verfügbaren Spalten zu den ausgewählten Spalten.
<- Entfernen	Entfernt die markierten Spalten aus den ausgewählten und zeigt sie in der Liste der verfügbaren Spalten an. Nach der Bestätigung des Dialogs mit OK werden sie aus der Detailansicht entfernt.
<- Alle entfernen	Entfernt alle Spalten aus der Liste der ausgewählten Spalten.
Nach oben	Verschiebt den ausgewählten Eintrag nach oben. Diese

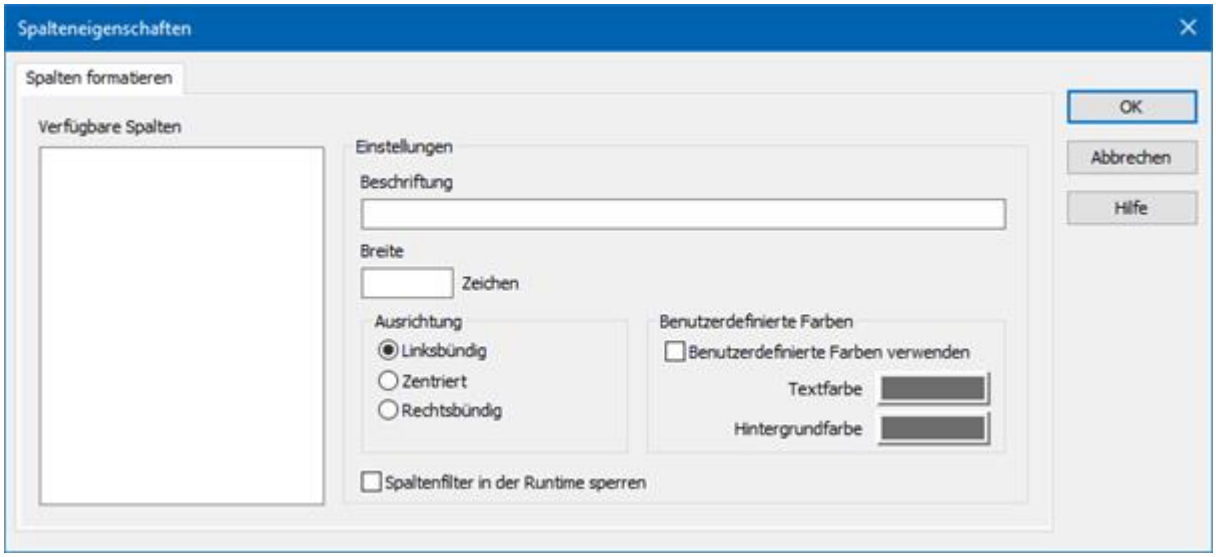
Option	Funktion
	Funktion steht immer nur für einzelne Einträge zur Verfügung, Mehrfachauswahl ist nicht möglich.
Nach unten	Verschiebt den ausgewählten Eintrag nach unten. Diese Funktion steht immer nur für einzelne Einträge zur Verfügung, Mehrfachauswahl ist nicht möglich.

DIALOG BEENDEN

Option	Beschreibung
OK	Übernimmt Einstellungen und schließt den Dialog.
Abbrechen	Verwirft alle Änderungen und schließt den Dialog.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

3.7.5.3 Spaltenformat

Konfiguration der Eigenschaften der Spalten für konfigurierbare Listen. Die Einstellungen wirken sich auf die jeweilige Liste im Editor oder - bei Konfiguration einer Bildumschaltung - in der Runtime aus.



VERFÜGBARE SPALTEN

Option	Beschreibung
Verfügbare Spalten	Liste der über **Spaltenauswahl** bereit gestellten Spalten. Die markierte Spalte wird über die Optionen im Bereich

Option	Beschreibung
	Einstellungen konfiguriert.

EINSTELLUNGEN

Option	Beschreibung
Einstellungen	Einstellungen für ausgewählte Spalte.
Beschriftung	Name für Spaltentitel. Der Spaltentitel ist online sprachumschaltbar. Dazu muss das Zeichen **@** vor den Namen eingegeben werden.
Breite	Breite der Spalte in Zeichen. Berechnung: Zahl mal durchschnittlicher Zeichenbreite der gewählten Schriftart.
Ausrichtung	Ausrichtung. Auswahl über Radiobuttons. Mögliche Einstellungen: ▸ **Linksbündig**: Text wird in der Spalte am linken Rand ausgerichtet. ▸ **Zentriert**: Text wird in der Spalte zentriert dargestellt. ▸ **Rechtsbündig**: Text wird in der Spalte am rechten Rand ausgerichtet.
Benutzerdefinierte Farben	Eigenschaften, um für jede Spalte benutzerdefinierte Farben für Text und Hintergrund festzulegen. Die Einstellungen wirken sich auf Editor und Runtime aus. **Hinweise:** ▸ Diese Einstellungen stehen nur für konfigurierbare Listen zur Verfügung. ▸ Zusätzlich kann in der Runtime der jeweilige Fokus in einer Liste durch unterschiedliche Text- und Hintergrundfarben signalisiert werden. Diese werden über die Projekteigenschaften projektiert.
Benutzerdefinierte Farben verwenden	*Aktiv*: Benutzerdefinierte Farben werden verwendet.
Textfarbe	Farbe für die Textdarstellung. Klick auf Farbe öffnet Farbpalette zur Auswahl einer Farbe.

Option	Beschreibung
Hintergrundfarbe	Farbe für die Darstellung des Zellen-Hintergrunds. Klick auf Farbe öffnet Farbpalette zur Auswahl einer Farbe.
Spaltenfilter in der Runtime sperren	▸ *Aktiv*: Der Filter für diese Spalte kann in der Runtime nicht verändert werden. **Hinweis:** Nur verfügbar für: ▸ Batch Control ▸ Erweiterter Trend ▸ Filterbilder ▸ Message Control ▸ Rezeptgruppen-Manager ▸ Schichtmanagement ▸ Kontextliste

DIALOG BEENDEN

Option	Beschreibung
OK	Übernimmt alle Änderungen in allen Registerkarten und schließt den Dialog.
Abbrechen	Verwirft alle Änderungen in allen Registerkarten und schließt den Dialog.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

3.7.6 Bedienung in der Runtime

Wenn Sie eine Liste direkt über den Bildschirm bearbeiten wollen, aktivieren Sie die Multi-Touch Funktionalität.
Detaillierte Informationen dazu finden Sie im Kapitel Interaktionen konfigurieren.

Ausfall aktuell [%]	Ausfall aktuell [A]	Ausfall Leitung/Trafo	Ausfall Leitung/Trafo Belastbarkeit	Belastung (n-1) [%]	Belastung (n-1) [A]	Belastung aktuell ...	Belastung aktuell ...	Belastung Leitung/Trafo
Filtertext	Filtertext	Filtertext	Filtertext	Filtertext	Filtertext	Filtertext	Filtertext	Filtertext
0.000	83.4	Trafo_Bus3	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 2
0.000	83.4	Trafo_Bus3	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	41.6	Trafo_Bus3	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	41.6	Trafo_Bus3	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
85.172	712.7	Trafo 2	836.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
41.468	347.0	Trafo 2	836.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Trafo 1	836.7	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
85.172	712.7	Trafo 1	836.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 2
44.831	375.1	Trafo 1	836.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	51.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	51.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Tertiary_Bus5	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	6.0	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	6.0	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	98.6	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	98.6	Secondary_Bus4	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.336	14.1	Primary 2	4183.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
16.518	691.1	Primary 2	4183.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.336	14.1	Primary 1	4183.7	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
16.518	691.1	Primary 1	4183.7	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Primary	4183.7	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	0.0	Bus1_Trafo	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	712.7	Bus1_Trafo	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	712.7	Bus1_Trafo	0.0	181.359	1517.5	85.172	712.7	Trafo 2
0.000	347.0	Bus1_Trafo	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	375.1	Bus1_Trafo	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0	Bus1_Bus2_2	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	691.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	691.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1	Bus1_Bus2_2	0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	0.0		0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	0.0		0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	Primary
0.000	691.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	14.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1
0.000	691.1		0.0	85.172	712.7	85.172	712.7	Trafo 1

Für die Bedienung des Bild vom Typ *Lastfluss (n-1)-Berechnung* in der zenon Runtime gilt:

- Die Liste ist sortierbar
  - Klicken Sie für die Sortierung auf die Spaltenüberschrift.
  - Die Sortierreihenfolge wird mit einem Pfeilsymbol neben der Spaltenüberschrift visualisiert:
    Pfeil nach oben: aufsteigende Sortierung
    Pfeil nach unten: absteigende Sortierung
  - Ein nochmaliger Klick auf die Spaltenüberschrift kehrt die Sortierreihenfolge um.
- Die Liste ist filterbar
  Um die Liste zu filtern:
  - Tragen Sie den gewünschten Filterbegriff in das Eingabefeld unter der Überschrift ein. Die Default-Bezeichnung eines leeren Filters ist *Filtertext* (dargestellt in grauer Schrift).

DARSTELLUNG VON LÄNGEREN TEXTEN IN DER LISTE

Über die Eigenschaft **Automatischer Zeilenumbruch** können auch in Listen längere Texte in der Runtime über mehrere Zeilen dargestellt werden.

Gehen Sie im Editor bei den Eigenschaften der jeweiligen Liste auf **Darstellung** und aktivieren Sie die Checkbox der Eigenschaft **Automatischer Zeilenumbruch**.

Die Zeilenhöhe muss manuell angepasst werden.

3.7.6.1 Topologische Verriegelungen

Das Modul **Lastflussberechnung** stellt folgende topologischen Verriegelungen (auf Seite 37) zur Verfügung:

ÜBERLASTUNG EINER LEITUNG

Die Verriegelung wird aktiv, wenn Schalthandlungen zu einer Stromüberlastung einer Leitung oder eines Transformators im ALC Netz führen.

Würden mehrere Komponenten überlastet werden, wird nur der Name der Komponente mit der höchsten Überlastung als Verriegelungstext angezeigt.

Beispiel:

Grenzwert Strombelastbarkeit [A]	Berechneter Wert [A]	Max. zulässige Stromüberlastung [%]	Auslastung [%]	Überschreitung von erlaubten Grenzwert [%]	Verriegelung
5	7,51	10	150,2	40,2	ja
2	7,51	10	375,5	265,5	ja
5	4,51	-10	90,2	0,2	ja
5	5	0	100	0	nein

Verriegelungstext: *Die Leitung [Komponentenname] wird um 40.20% stärker überlastet werden als erlaubt.*

Je nachdem ob eine Leitung oder ein Transformator überlastet ist, wird der Verriegelungstext entsprechend angepasst.

Zusätzlich wird diese Verrieglung aktiv, wenn

- eine **Lastflussberechnung** nicht möglich ist.
  Dies ist der Fall bei fehlenden oder ungültigen Messwerten sowie bei einem undefinierten Zustand eines Schalters (nicht ein oder aus)
- die **Lastflussberechnung** kein schlüssiges Ergebnis errechnen kann.

In beiden Fällen wird die Verriegelung aktiv und folgender Verrieglungstext angezeigt:

Die Lastflussberechnung konnte kein schlüssiges Ergebnis errechnen.

ZUSAMMENSCHALTEN UNTERSCHIEDLICHER SPANNUNGSEBENEN

Die Verriegelung wird aktiv, wenn Schalthandlungen zu einem Zusammenschalten von zwei ALC-Netzbereichen mit unterschiedlichen Nennspannungen der ALC-Quellen führen.

KUPPELN VON NETZEN

Die Verriegelung wird aktiv, wenn Schalthandlungen zu einem Zusammenschalten von zwei ALC-Netzbereichen mit unterschiedlichen *Generatoren* führen. Als unterschiedliche Generatoren werden verfahrenstechnische Elemente vom Typ *Generator* mit unterschiedlichen Nummern der **Quellen** betrachtet.

Die Verriegelung ist unter folgenden Voraussetzungen aktiv:

- Nach der Schaltung sind beide Seiten des Elements unter Spannung.
- Eine Seite beinhaltet eine Generatorenquelle, die im anderen Netz nicht vorhanden ist.

> **Info**
>
> Weitere Details zu topologischen Verriegelungen finden Sie im Kapitel **Konfiguration der Topologischen Verriegelung** (auf Seite 37) in diesem Handbuch.

3.7.6.2 Ansicht in der zenon Runtime

3.7.7 Berechnung

Die Berechnung erfolgt auf Basis des Newton-Raphson Verfahrens zur iterativen und näherungsweisen Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme. Das Problem wird mit komplexen Werten aufgestellt: es gilt für N Schienen, davon G mit Generatoren, 2N - G - 1 reelle Unbekannte (Spannung an den Lastschienen, Phase der Schienen). Als Startwert wird die Nennspannung ohne Phasenverschiebung angenommen.

Die iterativen Berechnungen von Jacobi-Matrix und Resultaten werden solange wiederholt, bis die L2-Norm des Korrekturvektors kleiner als ein Zehntausendstel ist.

VALIDIERUNG

Beim Kompilieren der Runtime-Dateien im zenon Editor wird eine Konsistenzprüfung der ALC-Projektierung durchgeführt. Fehlerhinweise werden im Ausgabefenster des Editors angezeigt.

Die Analyse wird in mehreren Schritten durchgeführt:

- Zuerst wird das Netz, ausgehend von Quellen und Generatoren, durchsucht.

  - Die Suche wird bei einem Schalter, Trenner, Ventil und Sperrventil fortgesetzt.
  - Bei Endelementen (Verbraucher, Kondensator, Endelement) und Transformator wird die Suche beendet.
- Alle Quellen die dabei gefunden wurden, liegen im gleichen Netzsegment. Bei einem Transformator wird - je nach Seite - die Quelle oder die Quelle für Rückspeisung berücksichtigt.
- Alle Trafos, welche beim ersten Schritt der Suche nur auf einer Seite berücksichtigt wurden, sind Ausgangspunkt für eine erneute Erforschung des Netz auf der nicht besuchten Seite.
- die Suche berücksichtigt dabei die definierte Spannung, nicht die Quellen-ID.
- Systemquellen werden bei dieser Suche im Netzt nicht berücksichtigt.

Beachten Sie, dass diese Ausgabe immer für das letzte zenon Bild gilt. Die Reihenfolge der Bilder ergibt sich auf Basis des topologischen Modells. Es wird empfohlen, nach Korrektur dieser Projektierungsfehler nochmals die Meldungen im Ausgabefenster zu beachten. Weitere Informationen zu den Ausgabemeldungen finden Sie im Kapitel **Warnmeldungen und LOG-Einträge** (auf Seite 95).

3.7.7.1 Sammelschienen und Abzweigungen

ERMITTLUNG UND VALIDIERUNG DER SAMMELSCHIENEN

Zu Beginn der Lastflussberechnung wird aus dem aktuellen topologischen Modell und den Schalterstellungen oder Zuständen von Quellen und Lasten das Sammelschienenmodell gebaut.

Nach Identifizierung der Sammelschienen wird geprüft, ob diese die Mindestanforderungen für den Lastfluss erfüllen. Werden die Anforderungen nicht erfüllt, werden diese Sammelschienen aus dem Modell entfernt.

Mindestanforderungen:

- Die bei einem Generator ermittelte Sammelschiene muss eine positive Nettoleistung erbringen: Leistung des Generators minus Leistung der Lasten.
- Aktive Sammelschienen müssen für Quellen und Generatoren eine abgehende Verbindung haben.
  Für Senken muss eine eingehende Verbindung vorhanden sein.
- Passive Sammelschienen müssen mindestens zwei Verbindungen haben.

Wird eine Sammelschiene entfernt, wird dies in der LOG-Datei protokolliert.

VERIFIZIERUNG VON ABZWEIGUNGEN

Unter den Sammelschienen mit Generatoren wird die stärkste Schiene als Referenzschiene (slack-bus) ausgewählt. Alle mit der Referenzschiene verbundenen Sammelschienen werden zu einem Teilnetz zusammengefasst. Durch Transformatoren wird das Netz in Zonen gleicher Spannung unterteilt. Die Teilnetze werden durchnummeriert. Dadurch sind alle Generatorschienen einem Netz zugeordnet.

Dabei muss für alle Sammelschienen die Vorgabe der Spannung (durch Quelle, Generator, Transformator oder Leitung) widerspruchsfrei gegeben sein. Ist dies nicht der Fall, kann das Netz nicht berechnet werden. Im Fehlerfall wird für jede Sammelschiene eine Warnmeldung in der LOG-Datei erstellt.

ÜBERTRAGUNG IN DIE BERECHNUNGSMATRIX

Für jedes Teilnetz, das mindestens einen Last-Bus beinhaltet, wird das Per-Unit-System angelegt, geordnet nach Spannung und Leistung der Referenzschiene. Damit werden die komplexen Admittanz-Werte der bestehenden Verbindungen in die Berechnungs-Matrix aufgenommen. Zusätzlich werden auch die bekannten Werte für **PQ** oder **PV** übernommen. Alle unbekannten Werte werden als *0* betrachtet.

3.7.7.2 Berechnung der elektrischen Größen

Berechnet werden die Blindleistung aller Generatorschienen und die Wirkleistung der Referenzschiene. Die berechnete Phase der Schienen wird auf alle ALC-Elemente vom **Funktionstyp** *Generator* oder *Senke* verteilt. Die berechnete Spannung wird nur auf ALC-Elemente vom **Funktionstyp** *Senke* verteilt. Die Blindleistung auf der Generatorschiene, die nicht von den Lasten stammt, wird auf die *Generatoren* verteilt, proportional zur erzeugten Wirkleistung.

Der Strom, der zwischen zwei Schienen fließt, entspricht Spannung mal Admittanz, die übertragene Leistung errechnet sich aus dem Produkt der Spannung und der Spannungsdifferenz unter Betrachtung der Phasen, als komplexer Wert, mal der Admittanz. Die Differenz zwischen eingespeister und erhaltener Leistung eines Zweiges ist die Verlustleistung. Strom und Leistung werden auf alle ALC-Leitungselemente zwischen den Schienen ausgegeben. Auf jedem ALC-Leitungselement mit Impedanz fällt eine Verlustleistung an, entsprechend dem Anteil an der Gesamtimpedanz. Bei serieller Verbindung von mehreren impedanzbehafteten Leitungen wird die eingespeiste Leistung am ersten Leitungselement ausgegeben. Die entnommene Leistung wird am letzten Leitungselement ausgegeben. Da nur eine Leistung oder der Strom (Eingang oder Ausgang) ausgegeben werden kann, wird die eingespeiste Leistung am ersten ALC-Leitungselement ausgegeben. Die entnommene Leistung wird am letzten ALC-Leitungselement ausgegeben.

Alle berechneten Werte werden in die verknüpften Variablen geschrieben. Bestehende Werte einer vorangegangenen Berechnung werden mit dem aktuellsten Berechnungsergebnis überschrieben oder auf den Wert 0 gesetzt, wenn das Element nicht mehr unter Last steht.

3.7.7.3 Parallele Leitungen

Zwischen zwei Sammelschienen sind parallele Verbindungspfade nur dann erlaubt, wenn diese seriell miteinander verbunden sind. **Achtung:** Eine Vermaschung zwischen zwei Leitungspfaden wird nicht unterstützt.

- Eine Leitung kann eine Impedanz (Widerstand aus Resistanz und Reaktanz) haben.
- Die Admittanz ist die Inverse dieses komplexen Widerstands (Impedanz).
- Die Impedanz eines Leitungspfads ist die Summe der Impedanzen der einzelnen Leitungsteile.
- Durch jeden Leitungspfad fließt Strom, entsprechend der Differenz der Spannung, mulitipliziert mit der Admittanz des Pfades.
- Die eingespeiste Leistung pro Pfad errechnet sich aus der Ausgangsspannung, multipliziert mit Strom.
- Die Verlustleistung auf dem Leitungspfad wird proportional auf die Leitungen verteilt.

3.7.7.4 Transformatoren

Ein Transformator bildet eine Verbindung zwischen zwei Sammelschienen, gleich wie eine Leitung. Eine Leitung mit Impedanz darf direkt an einem Transformator angeschlossen sein.

Ein Transformator berechnet seine Admittanz aus Verlustleistung, Nennspannung und Nennleistung. Die Admittanz wird gleich wie die Impedanz einer Leitung verwendet. Die lastunabhängigen Magnetisierungsverluste werden bei Transformatoren als Shunt behandelt. Stufenschaltung und Phasenverschiebung werden als ein komplexer Faktor beim Erstellen der Admittanz-Matrix berücksichtigt. Sind zwischen zwei Sammelschienen mehrere Transformatoren parallel geschaltet, müssen die Ein- und Ausgänge (Primär- und Sekundärseite) an der gleichen Schiene sein.
Parallel geschaltene Transformatoren müssen die gleiche Leistung haben.
Hinweis: Dabei sollten auch Stufenschaltung und Phasenverschiebung korellieren.

Jeder Dreiwicklungs–Primärtransformator hat sekundärseitig eine Sammelschiene, an der sternförmig wieder zwei Transformatoren mit ihrer Primärseite angeschlossen sein müssen. Diese drei Transformatoren erzeugen gemeinsam (vom Dreieck zum Stern) die Einträge in der Admittanz-Matrix.

Der Dreiwicklungs-Transformator verwendet die Stufenschaltung nur vom Primärtransformator (und ignoriert sie bei den Sekundärtransformatoren). Die Phasenverschiebung wird nur von den Sekundärtransformatoren ausgewertet. Die Verluste entsprechen dem Datenblatt des Transformators oder folgender Berechnung: *Nennleistung mal der Kurzschluss-Spannung [%] / 100*.

Bei Sekundärtransformatoren werden Verlustleistungen in Bezug auf die Primärwicklung angegeben. Die Verluste zwischen der Sekundär- und der Tertiär-Wicklung werden bei der Berechnung für das Dreieck beim Primär-Transformator berücksichtigt.

Magnetisierungsverluste werden nur von der Primärwicklung berücksichtigt.

Für eine korrekte Berechnung ist wichtig, dass alle Transformatoren eines Dreiwicklungstransformators die gleiche Nennleistung haben.

Für Dreiphasensysteme gilt allgemein: *Scheinleistung MVA = √(MW^2 + MVar^2) = √3 * kV * A / 1000*
Bei den Transformatoren wird auch die Rückspeisung (Lastfluss von Sekundär- oder Tertiär- zu anderen Wicklungen) berücksichtigt.

Hinweis: Für eine Lastflussberechnung muss der Transformator über diese Parameter verfügen:

- **Nennleistung [MW]**: > *0*
- **Verlust Blindleistung [MVar]**: > *0*

3.7.7.5 Kondensatoren

Für die Berechnung bei Kondensatoren gilt:

- Beim Aufbau des Modells wird ein Kondensator gleich wie eine Last behandelt: er wird an eine Sammelschiene – alleine oder mit anderen Lasten oder Quellen – angeschlossen.
- Die Schrittweite ist die Nennleistung: aus Verschaltung und Position ergibt sich der Multiplikator und als Produkt die aktuelle Leistung.
- Die Lastflussberechnung ermittelt die äquivalente Admittanz aus Nennleistung, Multiplikator und Nennspannung. Aus der Admittanz ergibt sich die tatsächliche Spannung sowie die eingespeiste reaktive Leistung.

3.7.8 Warnmeldungen und LOG-Einträge

PROJEKTIERUNG

Die folgenden Warnmeldungen werden beim Kompilieren im Ausgabefenster des zenon Editors angezeigt.

Warnmeldung	Beschreibung
ALC: Bild 'bild01' - Der Transformator 'trafo01' ist als Dreiwicklungstransformator	Projektierungsfehler für einen

Warnmeldung	Beschreibung
definiert, wurde aber falsch projektiert.	Dreiwicklungs-Transformator. Am Ausgang müssen genau zwei weitere Transformatoren (die nicht selbst wieder 3-Wicklungs Primärtrafo sind) verbunden sein Weitere Informationen dazu finden Sie im Kapitel "**Dreiwicklungs-Transformator** (auf Seite 73)".
ALC: Im Projekt sind keine Spannungen für die Quellen definiert.	Projektierungsfehler aufgrund von fehlenden Spannungsebenen der benutzerdefinierten Quellen bei der ALC-Quellenkonfiguration. In der aktuellen Projektierung der **ALC Konfiguration** ist keine Quelle mit einer Spannung konfiguriert. Die Konsistenzprüfung wird abgebrochen.
ALC: Die folgenden Quellen mit unterschiedlichen Spannungen liegen im gleichen Netzsegment: %s	Projektierungsfehler aufgrund von unterschiedlichen Spannungsebenen in ALC-Bildern. Die aktuelle Projektierung der **ALC Konfiguration** enthält mehrere Quellen mit unterschiedlichen Spannungsebenen im selben Netzsegment.
ALC: Mindestens eine Quelle muss die Spannung des Gebiets definieren: %s	Projektierungsfehler bei fehlenden Spannungsebenen bei der ALC-Quellenkonfiguration. Die aktuelle Projektierung der **ALC Konfiguration** enthält mehrere zusammenhängende Quellen, aber keine dieser Quellen hat eine Spannung konfiguriert.
ALC: Elemente ohne Anschluss an eine Quelle: %s	Projektierungsfehler bei fehlerhafter Positionierung eines ALC-Elementes auf einem zenon Bild. Die aktuelle Projektierung enthält mindestens ein Element, das von keiner Spannungsquelle versorgt wird.

BERECHNUNG

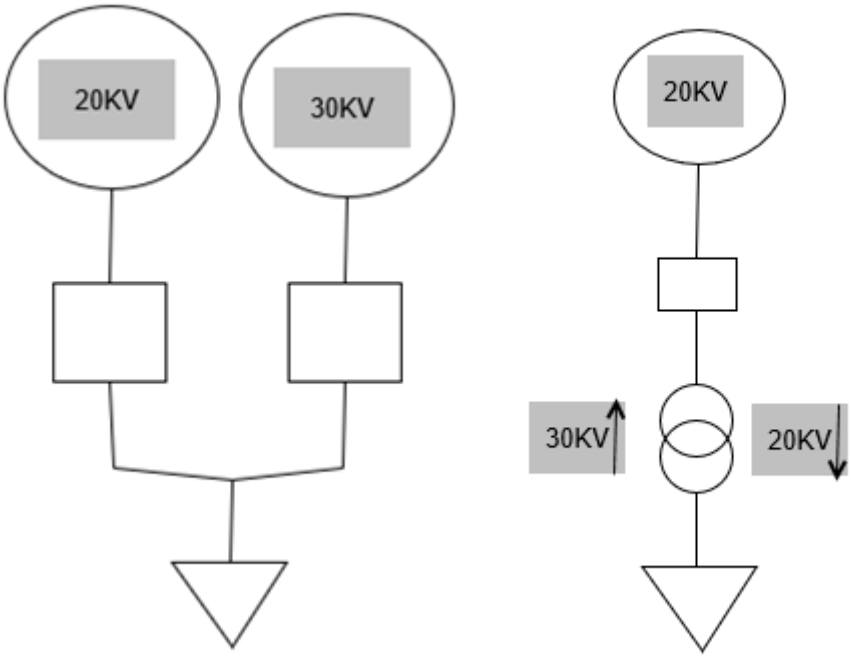
Die folgenden Warn- und Fehlermeldungen werden in der LOG-Datei protokolliert und können mit dem **Diagnosis Viewer** ausgewertet werden.

Warnmeldung	Level	Beschreibung
Power Flow Bus voltage missing or different at[source var: gen138kV] [transformer var: trans30/110kV]	**Warning**	An einer Sammelschiene ist keine oder keine eindeutige Spannung auf den verwendeten Quellen definiert. Als Identifikation dient die verknüpfte Variable.
Power Flow Bus voltage missing	**Warning**	Eine Sammelschiene hat keine eigene Quelle und ist mit keiner Sammelschiene verbunden, die eine eindeutig definierte Spannung hat.
Cannot calculate load flow due to invalid switch positions or measured values	**Error**	Die **Lastflussberechnung** kann nicht durchgeführt werden. Mögliche Ursachen: ▸ fehlender oder ungültiger Messwert ▸ undefinierter Zustand eines Schalters (nicht ein oder aus)
Calculation of load flow did not converge to a result.	**Error**	Die **Lastflussberechnung** konnte kein schlüssiges Ergebnis errechnen.

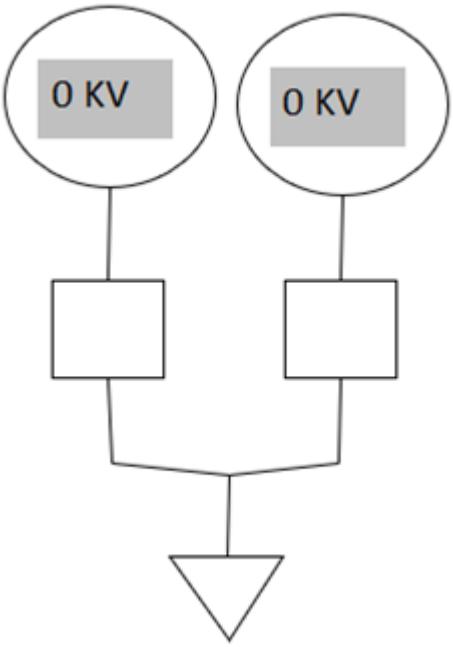
ZENON EDITOR WARNMELDUNGEN

Beispielhafte Darstellung von Fehlprojektierungen für ALC-Elemente:

- *ALC: Die folgenden Quellen mit unterschiedlichen Spannungen liegen im gleichen Netzsegment:*



- *ALC: Mindestens eine Quelle muss die Spannung des Gebiets definieren:*



- *ALC: Elemente ohne Anschluss an eine Quelle:*

3.8 State Estimator

Das Modul **State Estimator** ist ein zusätzliches Modul zum Modul **Lastflussberechnung**.

Sind an den Knoten im topologischen Netz nicht alle für eine Lastflussberechnung notwendigen zu- oder abfließenden Leistungen bekannt, kann der **State Estimator** diese aus weiteren Messwerten im Netz rekonstruieren.

Elektrotechnische Parameter (Leistungen) werden vom **State Estimator** geschätzt. Dazu verwendet der **State Estimator** die Werte von Messpunkten auf Leitungen.

- Die Messwerte werden bei den Eigenschaften der funktionalen ALC-Elemente projektiert. Zu diesen Elementen zählen das **Combi-Element** sowie alle **Leitungen**. In diesen Eigenschaften werden Variablen verknüpft, die Messwerte für die Berechnung des **State Estimator** darstellen.
- Diese Messwerte sind Basis für die Berechnung des Leistungsflusses im topologischen Netz.
- Das Ergebnis des **State Estimator** wird auf dieselben Variablen geschrieben, wie das Resultat einer Lastflussberechnung. Dieses Ergebnis wird ebenfalls für eine topologische Verriegelungsüberprüfung sowie die (n-1)-Berechnung verwendet.

Ausgehend von einer gegebenen Jakobi-Matrix des Moduls **Lastflussberechnung** werden die Spannungen und Phasendifferenzen der einzelnen Sammelschienen berechnet.

Der **State Estimator** ermittelt angenäherte Werte für Spannung und Phasen. Diese berechneten Werte werden mit den Messwerten verglichen. Die Berechnung wird dabei rekursiv so lange wiederholt, bis die für den **State Estimator** geforderte Genauigkeit erreicht ist. Diese Genauigkeit beträgt 0,0001.

Der **State Estimator** kann nur dann erkennen ob die Genauigkeit erreicht wurde, wenn ein überbestimmtes Netz, das vollständig beobachtbar ist, projektiert wurde. Überbestimmtes Netz bedeutet, dass der **State Estimator** mehr relevante Messwerte bekommen hat als er Resultatwerte (Spannung und Phase pro Bus) berechnen soll. Somit, ist ein Netz beobachtbar, wenn jede Leitung sinnvolle Messwerte hat oder beide Busse - ohne Messwerten dieser Leitung - bekannt oder berechenbar sind.

Der **State Estimator** startet Berechnungen - wie die **Lastflussberechnung** - mit angenommener Phase 0 auf jedem Bus und einer bekannten Spannung; oder der Nennspannung als Schätzwert. Da ein Strom keine Information über die Phase oder die Richtung der Leistung liefert, ist die Eingabe des Messwertes des Stroms für die Berechnung nicht ausreichend. Für die Berechnung werden die Wirk- oder Blindleistungen auf Leitungen benötigt.

Achtung: Der Fall, dass die Messwerte der Spannung, Strom und Leistungsfaktor (cos Phi) bekannt sind, kann nicht genutzt werden, um daraus direkt Wirk- und Blindleistung zu berechnen: da die Richtung des Stromflusses daraus unbekannt bleibt, ist auch das Vorzeichen der Leistung nicht bekannt.

Erst wenn für alle Quellen und Senken an einem Bus ihre Leistung gemessen sind, kann diese Nettoleistung in der Berechnung weiter verwendet werden. Dies gilt unabhängig für Wirk- oder Blindleistung. An einem Bus kann also nur dann die Leistung direkt bestimmt werden, wenn nur eine Leitung oder nur die Nettoleistung unbekannt sind. Ansonsten wird rekursiv geschätzt.

3.8.1 Projektierung im Editor

Projektierungsschritte für das Modul **State Estimator**.

1. Aktivieren Sie den State Estimator.
   a) Navigieren Sie in den Projekteigenschaften in die Eigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**.
   a) Wählen Sie in der Eigenschaft **Lastflussberechnung aktivieren** aus dem Dropdownmenü den Eintrag *Lastfluss mit State Estimator*.
2. Parametrieren Sie ALC-Bildelemente, welche Leitungen im topologischen Netz darstellen.

> **Info**
>
> Das Modul **State Estimator** baut auf der Projektierung für das Modul Lasstflussberechnung (auf Seite 69) auf.

Der **State Estimator** benötigt Eingabe der Messwerte der **Wirk-** oder **Blindleistungen** auf Leitungen.

Hinweis: Da ein Strom keine Information über die Phase oder die Richtung der Leistung liefert, ist die Eingabe des Messwertes des Stroms für die Berechnung nicht ausreichend.

Projektieren Sie der Messwert des Leistungsfaktors (**cos Phi**) wenn entweder Wirk- oder Blindleistung am selben Punkt bekannt ist (also wenn nicht beide). Der **State Estimator** wird dann daraus die andere Leistung (mit gleichem Vorzeichen) berechnen und für weitere Berechnungen verwenden (der Leistungsfaktor nicht mehr).

Auch wenn für eine Leitung die **Spannung**, **Strom** und Leistungsfaktor (**cos Phi**) bekannt sind, ist es nicht ausreichend um die Messwerte der **Wirk-** und **Blindleistung** zu errechnen - das Vorzeichen der Leistung bleibt unbekannt. Die Spannung und der Strom werden in der weiteren Berechnungen berücksichtigt.

4 Schaltfolgen

Das Modul **Schaltfolgen** ermöglicht Befehle des Moduls **Befehlsgabe** in der zenon Runtime zu Abläufen zusammenzustellen, diese zu visualisieren und im Bedarfsfall Benutzerinteraktionen auszuführen.

Das Modul **Schaltfolgen** besteht aus zwei Teilen:

1. **Die Projektierumgebung im zenon Editor:**
   Hier werden automatisch die Daten für Schaltfolgen aus der Projektierung im Modul **Befehlsgabe** übernommen.
2. Schaltfolgen-Editor in der **zenon** Runtime:
   Mit diesem Editor werden in der zenon Runtime die Schaltfolgen erstellt. Basis für die Schaltfolgen ist die projektierte Befehlsgabe. Während des Ablaufs wird im Schaltfolgen-Editor der jeweilige Zustand der Befehlsgabe dargestellt und Sie können in die Schaltfolge eingreifen.

Eine ausführliche Beschreibung des Moduls finden Sie im Handbuch **Schaltfolgen**.

5 Befehlsgabe

Die Befehlsgabe dient vor allem zum gesicherten Schalten von Variablen in der Energietechnik. "Gesichert" bedeutet, dass überprüft wird ob die Schalthandlung - aufgrund der projektierten Verriegelungsbedingung und der dynamisch aktualisierten Topologie (aktueller physikalischer Zustand des topologischen Netzwerks) - erlaubt ist. Die Projektierung der Topologie und der Topologischen Verriegelungen erfolgt im Modul ALC (Automatic Line Coloring) (auf Seite 7).

Hinweis: Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Erstellung einer Projektierung einer einfachen **Befehlsgabe** finden Sie im Abschnitt Projektieren im Editor (auf Seite 107).

Befehlsgruppen beinhalten immer einen Satz an definierten Aktionen, welche im Regelfall auf einen spezifischen Datenpunkt (ein spezifisches Gerät) angepasst sind. So können zum Beispiel unterschiedliche Befehlsgruppen für verschiedene topologische Elemente (Schalter/Trenner etc.) individuell und zentral definiert werden.

Ein Datenpunkt für die Befehlsgabe besteht im Regelfall immer aus 2 physikalischen Variablen:

- Rückmeldevariable:
  Die Rückmeldevariable wird zentral für die gesamte Befehlsgruppe definiert. Sie repräsentiert den Zustand des topologischen Elements, z.B. ob der Schalter offen oder geschlossen ist.
- Befehlsvariable:
  Jeder Aktion innerhalb einer Befehlsgruppe wird eine definierte Befehlsvariable zugewiesen. Über diese Variable schreibt der Treiber die Befehle an die Steuerung.

Abhängig von der auszuführenden Aktion, werden diese Befehle auf einer der beiden Variablen ausgeführt.

Beispiel

Schaltbefehl Ein
Setzt das Kommando oder den neuen Wert auf die Befehlsvariable ab. Anhand der Rückmeldevariable erfolgt eine Überprüfung über den Erfolg der angestoßenen Aktion.

Statusvorgabe Aus
Setzt die in der Aktion konfigurierten Statusbits der Rückmeldevariable zurück. Die Befehlsvariable ist für diese Aktion nicht von Bedeutung.
Hinweis: **Aktionsvariable** ist gleich **Name der Rückmeldung**).

Hinweis: Eine Beschreibung der Befehlsgabeaktionen finden Sie im Abschnitt Aktionstypen (auf Seite 141).

NAMENSERSETZUNG

Um die Definition der Variablen zu vereinfachen oder zu verallgemeinern können die Variablenbezüge (für Befehls-, Rückmelde- und Bedingungsvariablen) in der Befehlsgabe über eine Namensersetzung definiert werden. Dabei können Wildcards '*' verwendet werden. Wildcards sind nur als Präfix oder Suffix zugelassen, also **xxx* oder *xxx**.

Durch diese flexible Definition können allgemein gültige Prozeduren definiert werden, die dann für mehrere Datenpunkte gelten. Damit wird auch die Zahl der zu definierenden Befehlsgruppen deutlich reduziert.

Beispiel

- Definition der Befehlsvariablen - Eigenschaft **Aktionsvariable** = **_CO*
- Definition der Rückmeldevariablen - **Name der Rückmeldung** = **_RV*

Die Befehlsgabe ergänzt in der Runtime automatisch den Namen der Befehlsvariable um den Namen der Rückmeldevariable, die im Prozessbild angezeigt/angewählt wird. Beide Variablen unterscheiden sich im Namen nur durch deren Endung.

Dies gilt auch für Bedingungsvariablen: *X01: *_ClsEna*.

Auch weitere Variablen - die im Befehlsgabebild mit dynamischen Bildelementen verknüpft wurden - können in der Runtime ersetzt werden.

Weitere Details dazu finden Sie im Kapitel Substituierung zusätzlicher Variablen (auf Seite 126).

AUSFÜHRUNG

Im Regelfall werden die Einstufigen Bedienhandlungen über ein **Kontextmenü** eines Elementes in der Topologie (z.B eines Schalters) ausgeführt. Eine weiteres typisches Einsatzszenario ist das Öffnen eines Bildes vom Typ *Befehlsgabe* anstelle des **Sollwert setzen** Dialoges.

Die Zweistufige Bedienhandlungen werden über ein **Kontextmenü** oder dem Bildtyp *Befehlsgabe* ausgeführt.

Für diesen Bildtyp stehen spezifische Kontrollelemente zur Verfügung. Diese ermöglichen eine individuelle optische und funktionelle Gestaltung der Befehlsgabe. So können z. B. individuelle Aktionen direkt auf **Aktionsbuttons** gelegt werden. Danach sind diese Aktionen direkt für den Bediener anwählbar. Dieser Bildtyp beinhaltet zusätzlich alle nötigen Voraussetzungen um Funktionalitäten wie die Entriegelung, zweistufige Ausführung, Zweihandbedienung, Sperre, etc. zu realisieren.

Hinweis: Detailierte Informationen zum Ablauf im Bild vom Typ *Befehlsgabe* finden Sie im Kapitel Ablauf im Befehlsgabebild (auf Seite 200).

Der Aufruf eines solchen Bildes erfolgt am Bildelement der Rückmeldevariable über sein Kontextmenü oder anstatt des **Sollwert setzen** Dialoges. Der Aufruf kann auch über die Funktion **Bildumschaltung** erfolgen, die mit einem Button verknüpft wird.

Eine Aktion (Schalthandlung) kann in der Runtime:

- Erlaubt sein:
  Wenn keine Verriegelungsbedingung ansteht.
- Verboten sein:
  Wenn eine nicht entriegelbare Bedingung ansteht.
- Nach Entriegelung erlaubt sein:
  Wenn eine entriegelbare Bedingung ansteht.

Dies ergibt sich aus den Befehlsgruppen und dem aktuellen Zustand des topologischen Modells **ALC Konfiguration** - Registerkarte **Verriegelungen**.

Hinweis: Zusätzliche Informationen zum Ablauf eines Befehls finden Sie im Kapitel Ausführung eines Befehls (auf Seite 189).

Im zenon Netzwerk erfolgt die Synchronisierung für Aktionen der Befehlsgabe, welche eine bestimmte Rückmeldevariable betreffen, über die Aktivierung des *NET_SEL* Statusbits. Damit wird die

parallele Ausführung von verschiedenen Benutzern, auf gleiche Objekte (gleiche Variablen) ausgeschlossen. Parallele Ausführung auf unterschiedlichen Rückmeldevariablen wird unterstützt.

5.1 Befehlsgabe

Menüpunkt	Aktion
Befehlsgruppe neu	Legt eine neue Befehlsgruppe an.
Alle als XML exportieren...	Exportiert alle Einträge in eine XML-Datei.
XML importieren...	Importiert Maßeinheiten aus einer XML-Dateien.
Editorprofil	Öffnet die Dropdownliste zur Auswahl eines Editorprofils.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

Info

Befehlsgruppen können exportiert, importiert und über die Zwischenablage kopiert und eingefügt werden. Gleiches gilt für Aktionen und deren Verriegelungsbedingungen, auch zwischen verschiedenen Befehlsgruppen.

5.2 Befehlsgabe Detailansicht Symbolleiste und Kontextmenü

KONTEXTMENÜ BEFEHLSGABE UND BEFEHLSGRUPPE

Menüpunkt	Aktion
Befehlsgruppe neu	Erstellt eine neue Befehlsgruppe.
XML exportieren alle...	Exportiert alle Einträge in eine XML-Datei.
Ausgewählte XML exportieren...	Exportiert ausgewählte Einträge in XML-Datei.
XML importieren...	Importiert aus XML-Datei.
Kopieren	Kopiert ausgewählte Befehlsgruppe in die Zwischenablage.
Einfügen	Fügt Befehlsgruppe aus der Zwischenablage ein.
Löschen	Löscht - nach einer Sicherheitsabfrage - die ausgewählte

Menüpunkt	Aktion
	Befehlsgruppe.
Umbenennen	Ermöglicht das Umbenennen einer Befehlsgruppe.
Eigenschaften	Öffnet das Eigenschaftenfenster für die ausgewählte Befehlsgruppe.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

KONTEXTMENÜ GRUPPE AKTIONEN

Menüpunkt	Aktion
Befehl neu	Legt einen neuen Befehl an und öffnet die Eigenschaften.
Auto/Remote-Befehl neu	Legt einen neuen Auto/Remote-Befehl an und öffnet die Eigenschaften.
Zwangsbefehl neu	Legt einen neuen Zwangsbefehl an und öffnet die Eigenschaften.
Sollwertvorgabe neu	Legt eine neue Sollwertvorgabe an und öffnet die Eigenschaften.
Statusvorgabe neu	Legt eine neue Statusvorgabe an und öffnet die Eigenschaften.
Ersetzen neu	Legt eine neue Aktion Ersetzen an und öffnet die Eigenschaften.
Revision neu	Legt eine neue Revision an und öffnet die Eigenschaften.
Nachführen neu	Legt eine neue Aktion Nachführen an und öffnet die Eigenschaften.
Blockieren neu	Legt eine neue Aktion Blockieren an und öffnet die Eigenschaften.
Freigeben neu	Legt eine neue Freigabe an und öffnet die Eigenschaften.
Prüfe Rückmeldewert	Legt eine neue Aktion Prüfe Rückmeldung an und öffnet die Eigenschaften.
Sperre neu	Legt eine neue Sperre an und öffnet die Eigenschaften.
Einfügen	Fügt Aktion aus der Zwischenablage ein.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

KONTEXTMENÜ EINZELNE AKTION

Menüpunkt	Aktion
Verriegelungsbedingungen neu	Legt eine neue Verriegelungsbedingung an. **Hinweis:** Ausgegraut bei Befehlsgabe-Aktionstyp *Zwangsbefehl*.
Kopieren	Kopiert ausgewählte Aktion in die Zwischenablage.
Einfügen	Fügt Aktion aus der Zwischenablage ein.
Löschen	Löscht nach einer Sicherheitsabfrage die ausgewählte Aktion.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

KONTEXTMENÜ BEDINGUNG

Menüpunkt	Aktion
Verriegelungsbedingung entfernen	Löscht ausgewählte Bedingung.
Kopieren	Kopiert ausgewählte Bedingung.
Einfügen	Fügt Bedingung aus Zwischenablage ein.
Eigenschaften	Öffnet das Eigenschaftenfenster für das ausgewählte Element.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

KONTEXTMENÜ GRUPPE VARIABLEN

Menüpunkt	Aktion
Variable hinzufügen...	Öffnet Dialog zur Auswahl einer Variablen.
Einfügen	Fügt Variable aus der Zwischenablage ein.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

KONTEXTMENÜ EINZELNE VARIABLE

Menüpunkt	Aktion
Variable entfernen	Löscht nach einer Sicherheitsabfrage die ausgewählte Variable aus der Gruppe.
Kopieren	Kopiert ausgewählte Variable in die Zwischenablage.

Menüpunkt	Aktion
Einfügen	Fügt Variable aus der Zwischenablage ein.
Eigenschaften	Öffnet das Eigenschaftenfenster für das ausgewählte Element.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

5.3 Projektieren im Editor

Das Modul **Befehlsgabe** ist ein umfangreiches Modul mit vielfältigen Möglichkeiten, das Verhalten in der Runtime zu erweitern und individuell anzupassen.

Beachten Sie für Ihre Projektierung im zenon Editor auch die Informationen in der Einführung für dieses Handbuch. (auf Seite 101)

BEISPIEL EINER ERSTEN, EINFACHEN BEFEHLSGABEPROJEKTIERUNG

1. Legen Sie ein Bild vom Typ *Befehlsgabe* an.
   Fügen Sie für dieses Bild die **Kontrollelemente** aus einer Vorlage ein.

   Alternative Projektierung für Bedienung in der Runtime via Kontextmenü:
   Erstellen Sie ein Kontextmenü mit folgenden Parametern:

   - **Aktionstyp** Befehlsgabe
   - **Text** ALL
   - **Menü ID** ID_CDM_AUTO

2. Erstellen Sie zwei Variablen.
   Es wird empfohlen diese Variablen mit einem Energy Treiber (z.B. IEC870) anzulegen.
   Achtung: Der **Intern Treiber** ist für Rückmeldevariablen nicht geeignet.

   - Befehlsvariable
     Variable um einen Befehl (öffne/schließe) zur Steuerung zu schreiben, z.B. **IEC870** Variable *T46*;
   - Rückmeldevariable
     Variable, die den Zustand (Position: offen/geschlossen/gestört etc.) des relevantes Objektes in der selben Steuerung darstellt, z.B. *T03*.

   Bennen Sie diese Variablen.
   Sie können die Variablen so benennen, dass die beide Namen eine gemeinsame Bezeichnung am Anfang haben, z.B. *switch_Q0_CO* und *switch_Q0_RV*. Dies ermöglicht eine Befehlsgruppe für mehrere Variablenpaare zu nutzen.

3. Legen Sie eine Befehlsgruppe an.
   Projektieren Sie folgende Eigenschaften der Befehlsgruppe:

- **Variablenname der Rückmeldung**:
  Mit Namenersetzung: **_RV*
  Ohne Namenersetzung: Name der Rückmeldevariable aus Schritt 2
- **Bild**
  Verlinkung mit Bild vom Typ *Befehlsgabe* aus Schritt 1

4. Legen Sie Aktionen in der Befehlsgruppe an.
   a) Projektieren Sie eine Aktion vom **Aktionstyp** *Schaltbefehl* mit folgenden Parametern:

- **Aktionsvariable**
  Mit Namenersetzung: **_CO*
  Ohne Namenersetzung: Name der Befehlsvariable aus Schritt 2.
- **Rückmeldezustand/Schaltrichtung**: *EIN*
- **Befehl**: *1*
- **Aktionsbutton** *Aktion 1/Button: Ein*
  für Ausführung ohne Kontextmenü und ohne **Zweistufig**

a) Projektieren Sie eine zweite Aktion mit folgenden abweichenden Parametern:

- **Rückmeldezustand/Schaltrichtung**: *AUS*
- **Befehl**: 0
- **Aktionsbutton**: Aktion 2/Button: Aus

Tipp: Kopieren Sie die erste projektierte Aktion und ändern Sie die Parameter.

5. Verlinken Sie die Variablen mit der Befehlsgruppe.
   Hinweis: Dies ist immer erforderlich, unabhängig davon, ob eine Namenersetzung projektiert wurde oder nicht.
   a) Wählen Sie die beiden in Schritt 2 erstellten Variablen.
   b) Projektieren Sie in der Eigenschaftengruppe **Sollwert setzen** die Eigenschaft **Befehlsgruppe**.
   Wählen Sie dazu aus der Dropdownliste die mit Schritt 3 erstellte Befehlsgruppe.
6. Projektieren Sie einen Auslöser für die erstellte Befehlsgabe:
   a) Legen Sie ein neues zenon Bild an. Der Typ des Bildes ist beliebig, jedoch nicht *Befehlsgabe*.
   b) Platzieren Sie auf diesem Bild ein dynamisches Bildelement.
   c) Verlinken Sie dieses Bildelement mit der Rückmeldevariable.
   d) Wählen Sie in der Dropdownliste der Eigenschaft **Sollwert absetzen über** den Eintrag *Befehlsgabe*.
   Sie finden diese Eigenschaft in der Eigenschaftengruppe **Sollwert setzen** des Bildelements.

Alternative Projektierung für Bedienung in der Runtime via Kontextmenü:
Wählen Sie in der Dropdownliste der Eigenschaft **Kontextmenü** den Namen des in Schritt 1 erstellten Kontextmenüs.
Sie finden diese Eigenschaft in der Eigenschaftengruppe **Runtime** des Bildelements.

Der Benutzer kann nun das so projektierte Bildelement in der Runtime klicken (Rechtsklick für Kontextmenü) um die Aktionen der Befehlsgabe anzustoßen.

Info

Verwenden Sie auch für Tests nach Möglichkeit einen Treiber der im vollen Umfang die Auswertung des COT (Cause of Transmission - **Übertragungsursache**) unterstützt, z.B. den IEC 60870-5-101_104 Treiber. Bei COT Auswertung handelt es sich um eine erweiterte Funktionalität zur Kommunikationsüberwachung während eines Befehls über Einstellung **Laufzeitüberwachung**. Die Stausbits *COTx* der Befehlsvariable können zusätzlich in den Reaktionsmatrixen **Multi-Numerisch** und **Multi-Binär** ausgewertet werden.

5.3.1 Bild vom Typ Befehlsgabe anlegen

Ein Bild vom Typ **Befehlsgabe** ermöglicht in der Runtime die Steuerung und Übersicht der Befehlsgabe. Die Befehlsgabe kann in der Runtime über Buttons gesteuert werden.

Das Anlegen des Befehlsgabe-Bildes im Editor erfolgt durch Projektierung eines neuen Bildes vom Typ **Befehlsgabe**. Nähere Informationen zu den vordefinierten Bildtypen finden Sie im Handbuch Bilder/Vordefinierte Bildtypen.

Das Bild *Befehlsgabe* wird für die Benutzerinteraktion mittels Befehlsgabe während der Runtime verwendet (ein- und zweistufige Befehlsgabe). Es ermöglicht dem Bediener, die zur Befehlsausführung notwendigen Aktivitäten durchzuführen. Dies kann z B. das Entriegeln einer anstehenden Aktion oder die Bestätigung der Ausführung bei einer zweistufigen Befehlsgabe sein.

Info

Bei der Verwendung der einstufigen Befehlsgabe, kann auch ein Kontextmenü verwendet werden. Der Bildtyp Befehlsgabe wird dann nicht im Projekt benötigt.

Bei diesem Bildtyp stehen spezifische Kontrollelemente (auf Seite 199) zur Verfügung, welche die für die Befehlsgabe notwendige Bedienhandlungen ermöglichen und aktuelle Informationen über den Zustand der auszuführenden Aktion visualisieren (z.B. Anzeige der Schaltrichtung).

Nach dem Anlegen des neuen Bildes wird es leer geöffnet. Die Standard-Kontrollelemente erstellen Sie über das Menü **Elemente (Bildtypname)**/**Vorlage einfügen**.

PROJEKTIERUNG

Zum Anlegen eines Bildes stehen zwei Vorgehensweisen zur Verfügung:

- die Verwendung des Bilderstellungsdialogs
- die Erstellung eines Bildes über die Eigenschaften

Schritte zum Anlegen des Bildes über die Eigenschaften, wenn der Bilderstellungsdialog in der Menüleiste unter **Extras**, **Einstellungen** und **Assistenten verwenden** deaktiviert wurde:

1. Erstellen Sie ein neues Bild.

   Wählen Sie dazu in der Symbolleiste oder im Kontextmenü des Knotens **Bilder** den Befehl **Bild neu** aus.

2. Ändern Sie die Eigenschaften des Bildes:

   a) Benennen Sie das Bild in der Eigenschaft **Name**.

   b) Wählen Sie in der Eigenschaft **Bildtyp** *Befehlsgabe*.

   c) Wählen Sie in der Eigenschaft **Schablone** die gewünschte Schablone.

3. Projektieren Sie die Inhalte des Bildes:

   a) Wählen Sie in der Menüleiste den Menüpunkt **Elemente (Bildtyp).**

   b) Wählen Sie in der Dropdownliste *Vorlage einfügen*.
   Der Dialog zur Auswahl vordefinierter Layouts wird geöffnet. Damit werden bestimmte Kontrollelemente an vordefinierten Positionen in das Bild eingefügt.

   c) Entfernen Sie nicht benötigte Elemente aus dem Bild.

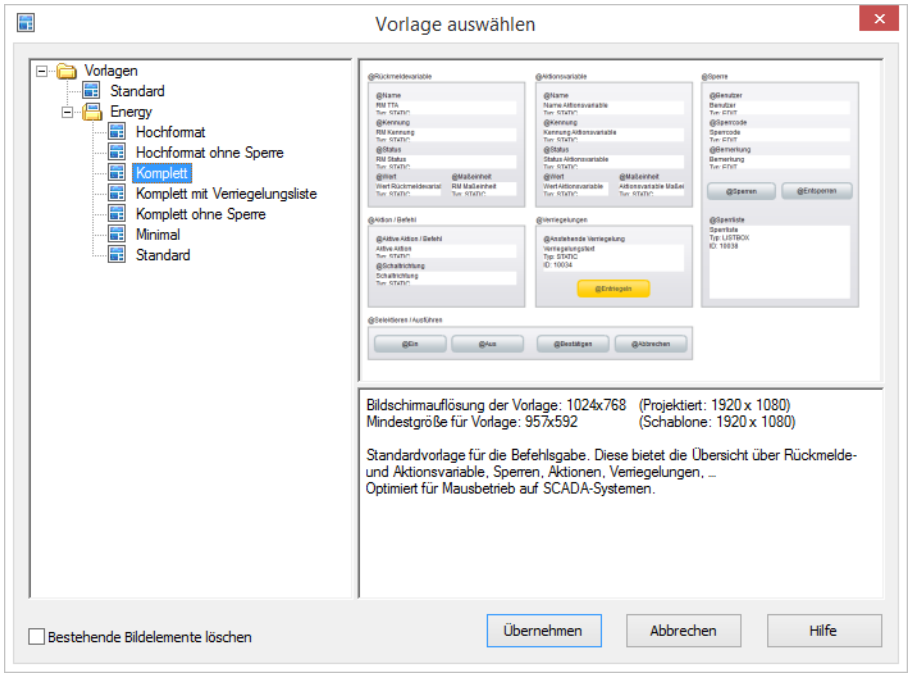
   d) Wählen Sie nach Bedarf zusätzliche Elemente in der Dropdownliste **Elemente** aus. Platzieren Sie diese an der gewünschten Position im Bild.

4. Erstellen Sie eine Bildumschaltfunktion.

5.3.1.1 Vorlagen

Für Bilder vom Typ **Befehlsgabe** stehen Ihnen mehrere vordefinierte Vorlagen zur Verfügung.

Wenn Sie eine Liste direkt über den Bildschirm bearbeiten wollen, aktivieren Sie die Multi-Touch Funktionalität.
Detaillierte Informationen dazu finden Sie im Kapitel Interaktionen konfigurieren.



Vorlage	Beschreibung
Listenfeld Vorlagen (links)	Zeigt alle vordefinierten und benutzerdefinierten Vorlagen an.
Vorschau und Beschreibung (rechts)	Zeigt Vorschau und Beschreibung der gewählten Vorlage an.
Standard	Kompakte Darstellung der Befehlsgabe mit Visualisierung von: ▸ Aktionen ▸ Verriegelungen ▸ Buttons zum Selektieren und Ausführen

ENERGY

Vorlage	Beschreibung
Hochformat	Darstellung der Befehlsgabe im Hochformat, optimiert für die Platzierung neben einem Übersichtsbild: ▸ Aktionen

Vorlage	Beschreibung
	▸ Verriegelungstext ▸ Buttons zum Selektieren und Ausführen ▸ Sperren
Hochformat ohne Sperre	Vereinfachte Darstellung der Befehlsgabe im Hochformat: ▸ Aktionen ▸ Verriegelungstext ▸ Buttons zum Selektieren und Ausführen
Komplett	Erweiterte Darstellung der Befehlsgabe mit Visualisierung von: ▸ Rückmeldevariablen ▸ Aktionsvariablen ▸ Sperren ▸ Aktionen ▸ Verriegelungstext ▸ Buttons zum Selektieren und Ausführen
Komplett mit Verriegelungsliste	Erweiterte Darstellung der Befehlsgabe inklusive Liste aller Verriegelungen: ▸ Rückmeldevariablen ▸ Aktionsvariablen ▸ Alle Verriegelungen (Liste) ▸ Aktionen ▸ Buttons zum Selektieren und Ausführen
Komplett ohne Sperre	Erweiterte Darstellung der Befehlsgabe. Bei den Verriegelungen wird nur die aktuell anstehende Verriegelung visualisiert: ▸ Rückmeldevariablen ▸ Aktionsvariablen ▸ Aktionen ▸ Verriegelungstext ▸ Buttons zum Selektieren und Ausführen

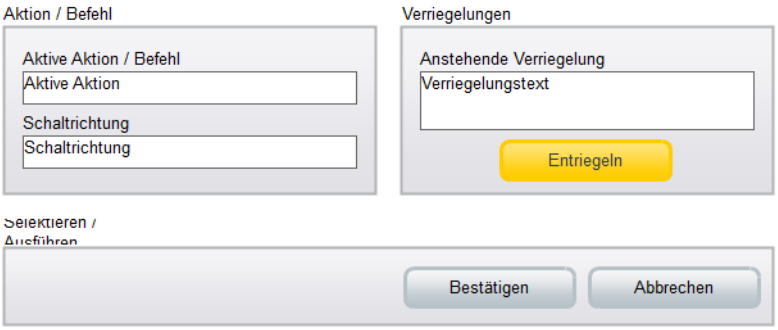
Vorlage	Beschreibung
Minimal	Enthält nur Visualisierung der Buttons zum Ausführung der zweiter Stufe des Behelfs; Selektieren und Ausführen (auf Seite 209).

DIALOG BEENDEN

Parameter	Beschreibung
Bestehende Bildelemente löschen	Verhalten bei Übernahme der Vorlage für die Projektierung im Editor. *Aktiv*: Bereits bestehende Elemente im Bild werden bei Übernahme der Vorlage gelöscht. Default: *inaktiv*
Übernehmen	Übernimmt die Elemente der gewählten Vorlage in das Bild ein und schließt den Dialog.
Abbrechen	Schließt den Dialog, ohne Elemente einzufügen.
Hilfe	Öffnet die Online-Hilfe.

5.3.1.1.1 Vorlage - Standard

Die Vorlage **Standard** beinhaltet nur die wichtigste Kontrollelemente für Aktionen von Typ *Befehl*. Sie eignet sich für die Aktionen die über ein **Kontextmenü** oder aus einer **Schaltfolge** ausgeführt werden.



AKTION / BEFEHL

Kontrollelement	Beschreibung
Aktive Aktion/Befehl	Zeigt die anstehende Aktion der Befehlsgruppe an.
Schaltrichtung	Die bei der aktiven Aktion projektierte Schaltrichtung. Die Texte sind bei der Einstellung „Schaltrichtung" dokumentiert. Je nach aktiver Aktion wird folgender Text angezeigt: ▸ Befehl, Revision, Nachführen, Ersetzen: Text aus Grenzwert je nach Schaltrichtung. ▸ Status: Ein oder Aus ▸ Sonstige: leer

VERRIEGELUNGEN

Kontrollelement	Beschreibung
Anstehende Verrieglung	Verriegelungstext der anstehenden Verriegelung.
Entriegeln	Bei anstehender, entriegelbarer Verriegelung kann mit dieser Schaltfläche diese entriegelt werden. **Hinweis:** Dieses Control wird nur angezeigt wenn das Bild sich im Schritt „Entriegeln" befindet. Das Control ist gesperrt wenn die anstehende Verriegelung nicht entriegelbar ist.

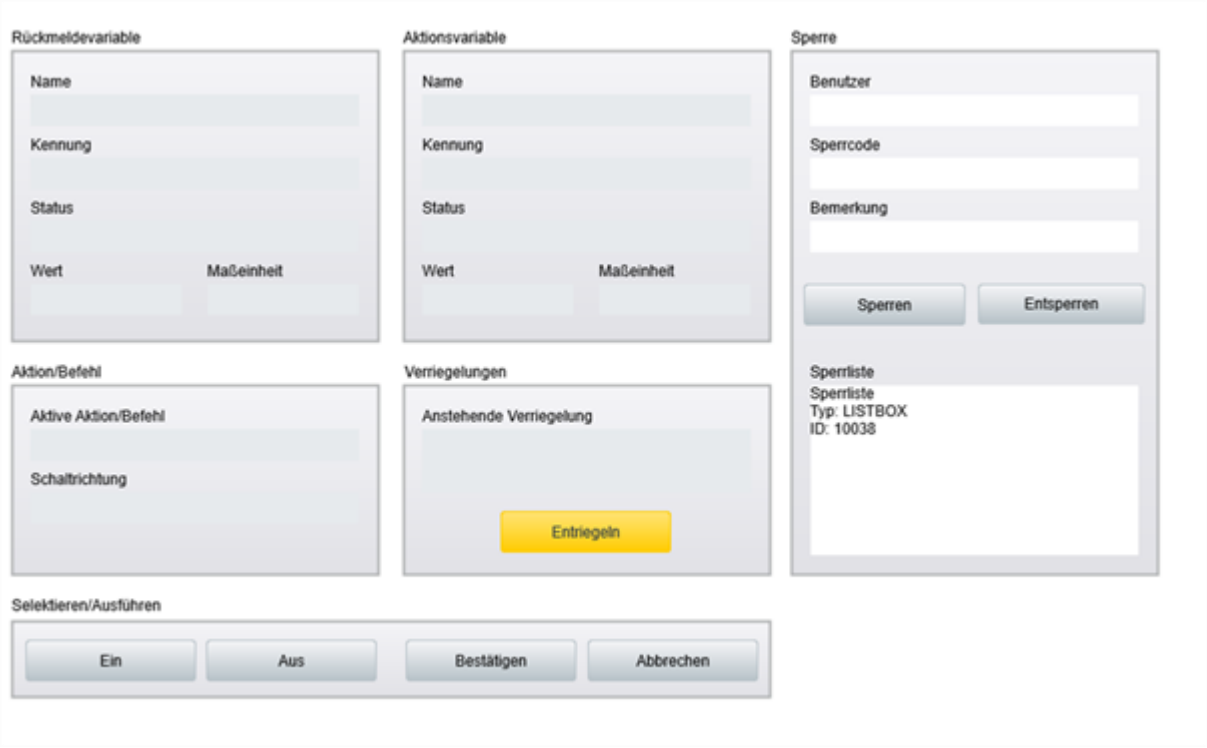
SELEKTIEREN/AUSFÜHREN

Kontrollelement	Beschreibung
Ein	Befehlstaste für Schaltbefehl, z.B. zum Schließen eines Schalters.
Aus	Befehlstaste für Schaltbefehl, z.B. zum Öffnen eines Schalters.
Bestätigen	Bestätigt für anstehende, zweistufige Aktion. Erst nach Klick auf diesen Button wird z.B. ein zweistufiger Schaltbefehl ausgeführt.
Abbrechen	▸ Schließt Befehlsgabebild. Anstehende Aktion wird nicht ausgeführt. ▸ Abbruch für anstehende, zweistufige Aktion (Cancel anstatt Execute). ▸ Abbruch einer Aktionsausführung (je nach

Kontrollelement	Beschreibung
	Projektierung, z.B.: Abbruch Operate wenn noch nicht terminiert wurde). Der Button ist ausgegraut, wenn das Bild im Schritt „Stufe 1“ ist.

5.3.1.1.2 Vorlage - Komplett

Die Vorlage **Komplett** beinhaltet alle Kontrollelemente für die Aktionen von Typ *Befehl* und *Sperre*.



Parameter	Beschreibung
Rückmeldevariable	
Name	Name der Rückmeldevariable
Kennung	Kennung der Rückmeldevariable
Status	Enthält die Kurzbezeichnungen der Statusbits für die Rückmeldevariable.
Wert	Aktueller Wert der Rückmeldevariable
Maßeinheit	Maßeinheit der Rückmeldevariable

Parameter	Beschreibung
Aktionsvariable	
Name	Name der Aktionsvariable
Kennung	Kennung der Aktionsvariable
Status	Enthält die Kurzbezeichnungen der Statusbits für die Aktionsvariable. Beispiel: ▸ Bits für COT ▸ Status SE_870 während Select ▸ Status PN-Bit bei negativer Antwort von SPS **Hinweis:** Für die Aktion „Statusvorgabe" beinhaltet die Statusbits der Rückmeldevariable.
Wert	Aktueller Wert der Aktionsvariable oder Eingabefeld für Befehlsgabe-Aktion **Sollwertvorgabe**. **Hinweis:** Dieser Wert ändert sich während des Ablauf der Aktion von einem bestehendem zum aktuellen Wert. Erst mit COT=7 (COT_actcon) oder WR-SUC wird die Anzeige des Wertes aktualisiert. ▸ Bei projektierter Sollwertvorgabe gilt: Für die Aktion „Sollwert" wird mittels dieses Kontrollelements der zu setzende Wert vorgegeben. Durch Anklicken des Kontrollelements wird dieses in den Editiermode geschaltet und die Sollwerteingabe möglich. Mit Enter wird der Editiermode wieder verlassen. Der neue Wert wird jedoch erst beim Anklicken des Kontrollelements **„Ausführen"** gesetzt. **Das Kontrollelement ist gesperrt wenn:** - Die Rückmeldevariable den Status REVISION(9) gesetzt hat. - Keine Aktion aktiv ist.

Parameter	Beschreibung
	- Das Bild nicht im Schritt „Stufe 1“ ist
Maßeinheit	Maßeinheit der Aktionsvariable
Sperre	Kontrollelemente der Gruppe **Sperre** sind gesperrt wenn in der Befehlsgruppe keine Aktion „Sperre“ projektiert ist.
Benutzer	Nimmt die Benutzerkennung für die Sperre auf.
Sperrcode	Für die Eingabe des benutzerspezifischen Sperrcode.
Bemerkung	Optionaler Text welcher bei der Sperre vom Benutzer eingegeben werden kann.
Sperren	Aktiviert eine Sperre durch den beim Kontrollelement „*Benutzer*“ eingegebenen Benutzer. **Hinweis:** Diese Bedienhandlung wird, wenn durch die Projektierung nicht unterdrückt, in der CEL protokolliert.
Entsperren	Entfernt eine bereits aktivierte Sperre. Dabei können nur Sperren deaktiviert werden, die der Benutzer selber aktiviert hat. Dadurch ist gewährleistet, dass nur eigene Sperren aufgehoben werden. Der Benutzer wird im Kontrollelement "*Benutzer*" visualisiert. Ist in der Befehlsgruppe keine Aktion *Sperre* projektiert, ist dieser Button ausgegraut. **Hinweis:** Diese Bedienhandlung wird, wenn durch die Projektierung nicht unterdrückt, in der CEL protokolliert.
Sperrliste	Liste der aktiven Sperren: ▸ Benutzer Name des Benutzers, welcher die Sperre aktiviert hat. ▸ Sperrzeit

Parameter	Beschreibung
	Zeitstempel der Verriegelung ▸ Bemerkung Text für die Verriegelung.
Aktion / Befehl	
Aktive Aktion / Befehl	Art der aktiven Befehlsgabeaktion wie z. B. Doppelbefehl.
Schaltrichtung	Die bei der aktiven Aktion projektierte Schaltrichtung. Die Texte sind bei der Einstellung „Schaltrichtung" dokumentiert. *Je nach aktiver Aktion wird folgender Text angezeigt:* Befehl, Revision, Nachführen, Ersetzen: Text aus Grenzwert je nach Schaltrichtung. Status: Ein oder Aus Sonstige: leer
Verriegelungen	
Anstehende Verriegelung	Die anstehende Verriegelung (auf Seite 168) laut Projektierung oder Texte aus ALC - Topologischen Verriegelung (auf Seite 37).
Entriegeln	Diese Schaltfläche entriegelt eine anstehende, entriegelbarer Verriegelung. **Hinweis:** Dieses Kontrollelement wird nur dann angezeigt, wenn das Bild sich im Schritt „Entriegeln" befindet. Das Kontrollelement ist gesperrt, wenn die anstehende Verriegelung nicht entriegelbar ist.
Selektieren / Ausführen	
Ein	Befehlstaste der ersten Stufe, z.B. zum Schließen eines Schalters. **Hinweis:** Nur sichtbar in Stufe 1.
Aus	Befehlstaste der ersten Stufe, z.B. zum Öffnen eines Schalters.

Parameter	Beschreibung
	Hinweis: Nur sichtbar in Stufe 1.
Bestätigen	Befehlstaste der zweiten Stufe. **Hinweis:** Nur sichtbar in Stufe 2.
Abbrechen	Befehlstaste der zweiten Stufe. Bricht den Ablauf der Befehlsgabe ab und kehrt in den Schritt „Stufe 1" zurück. Der Button ist ausgegraut, wenn das Bild im Schritt „Stufe 1" ist.
Schließen	Schließt das Befehlsgabebild.

5.3.1.2 Kontrollelemente - Gesamtübersicht

In der Menüleiste **Kontrollelemente** stehen im zenon für das Bild vom Typ *Befehlsgabe* folgende Elemente zur Verfügung:

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
Aktionsbuttons	*Text*	Buttons, denen eine Aktion zugeordnet werden kann. Durch Anklicken im Bild wird die zugeordnete Aktion aktiviert und das Bild wechselt in den Schritt „Entriegelung" *Der Button wird nicht angezeigt wenn:* ▸ Dem Button bei der aktuellen Befehlsgruppe keine Aktion zugeordnet ist. ▸ Die Variable mit welchem das Bild aufgeschaltet wurde die Befehlsvariable ist und die dem Button zugeordnete Aktion nicht die Befehlsvariable als Aktionsvariable verwendet. Wenn dem Button jedoch die Aktion „Sperre" zugeordnet ist, ist er sichtbar.	*Aktion1* *Aktion2*

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
		Der Button wird gesperrt angezeigt wenn: ▸ Das Bild sich nicht im Schritt „Stufe 1“ befindet. ▸ Die Rückmeldevariable eines der Statusbit I_KENNUNG(18), AUS(20) oder NICHT_AKTUELL(29) gesetzt hat und die zugeordnete Aktion auf die Befehlsvariable schreibt. ▸ Die Rückmeldevariable den Status REVISION(9) aktiv hat und die zugeordnete Aktion auf die Befehlsvariable schreibt. ▸ Die Rückmeldevariable den Status REVISION(9) aktiv hat und die zugeordnete Aktion „Nachführen“ ist. ▸ Die zugeordnete Aktion „Freigeben“ ist und die Rückmeldevariable nicht den Status Ersatzwert(27) aktiv hat ▸ Die zugeordnete Aktion „Nachführen“ ist und der Wert der Rückmeldevariable der Schaltrichtung entspricht. ▸ Die zugeordnete Aktion „Ersetzen“ ist und der Wert der Rückmeldevariable der Schaltrichtung entspricht. ▸ Die Rückmeldevariable den Status REVISION(9) aktiv hat und die zugeordnete Aktion „Ersetzen“ ist. ▸ Die zugeordnete Aktion „Revision“ ist und der Wert der Rückmeldevariable der Schaltrichtung entspricht.	

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
RM TTA	*Text*	Name der Rückmeldevariable	*X*
RM Kennung	*Text*	Kennung der Rückmeldevariable	*X*
Aktionsvariable Einheit	*Text*	Einheit der aktuellen Aktionsvariable.	*X*
Aktionsvariable Status setzen	*Liste*	Definiert den zu setzenden Status für die Aktion „Statusvorgabe" für die Schaltrichtung „Keine". Die Status werden auf den aktuellen Zustand gesetzt und bei Änderung aktualisiert. Ist gesperrt wenn die aktive Aktion nicht „Status setzen" ist.	
Schaltrichtung	*Text*	Die bei der aktiven Aktion projektierte Schaltrichtung. Die Texte sind bei der Einstellung „Schaltrichtung" dokumentiert. *Je nach aktiver Aktion wird folgender Text angezeigt:* Befehl, Revision, Nachführen, Ersetzen: Text aus Grenzwert je nach Schaltrichtung. Status: Ein oder Aus Sonstige: leer	*X*
Ausführen Stufe 2	*Button*	Bringt die Aktion zur Ausführung. Dieses Kontrollelement ist nur sichtbar wenn das Bild sich in Schritt „Stufe 2" befindet. *Das Kontrollelement ist gesperrt wenn:* ▸ Zweihandbedienung projektiert wurde und die Steuerung-Taste nicht gedrückt ist. ▸ Die Rückmeldevariable den Status REVISION(9) gesetzt hat und die aktive Aktion „Befehl", „Sollwert", „Ersetzen" oder „Nachführen" ist.	*X*

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
		▸ Der Button bereits angeklickt wurde.	
Aktionsvariable Minimum	*Numerisch*	Minimalwert der Aktionsvariable. Ist nicht sichtbar wenn die Aktionsvariable den Datentyp „String“ hat.	
Aktionsvariable Maximum	*Numerisch*	Maximumwert der Aktionsvariable. Ist nicht sichtbar wenn die Aktionsvariable den Datentyp „String“ hat.	
Scrollbalken	*Numerisch*	Sollwertvorgabe mittels Scrollbalken. Setzt den Wert im Kontrollelement „Sollwert“ oder wird von diesem gesetzt. Ist nicht sichtbar wenn die Aktionsvariable den Datentyp „String“ hat. *Das Kontrollelement ist gesperrt wenn:* - Keine Aktion aktiv ist. - Das Bild nicht im Schritt „Stufe 1“ ist	
Sollwert	*Numerisch, Text*	Ermöglicht die Eingabe des Sollwerts. Durch Anklicken des Kontrollelements wird dieses in den Editiermode geschaltet und die Sollwerteingabe möglich. Mit Enter wird der Editiermode wieder verlassen. Der neue Wert wird jedoch erst beim Anklicken des Kontrollelements „Ausführen“ gesetzt. Für die Aktion „Sollwert“ wird mittels dieses Kontrollelements der zu setzende Wert vorgegeben *Das Kontrollelement ist gesperrt wenn:* - Die Rückmeldevariable den Status	

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
		REVISION(9) gesetzt hat. - Keine Aktion aktiv ist. - Das Bild nicht im Schritt „Stufe 1“ ist	
RM Wert	*Text*	Wert der Rückmeldevariable	*X*
RM Status	*Text*	Enthält den Status der Rückmeldevariable in der Kurzformbenennung.	*X*
RM Einheit	*Text*	Einheit der Rückmeldevariable	*X*
Verriegelungstext	*Text*	Text der einen, aktuell anstehenden Verriegelung. Text ist Online sprachübersetzbar	*X*
Entriegeln	*Button*	Bei anstehender, entriegelbarer Verriegelung kann mit dieser Schaltfläche diese entriegelt werden. Es wird nur eine Verriegelung entriegelt - die in **Verriegelungstext** dargestellte. **Hinweis:** Dieses Kontrollelement wird nur angezeigt wenn das Bild sich im Schritt „*Entriegeln*“ befindet. Das Kontrollelement ist gesperrt wenn die anstehende Verriegelung nicht entriegelbar ist.	*X*
Alle Verriegelungen	*Konfigurierbare Liste*	Die Verriegelungsliste der aktuellen Aktion. Eine konfigurierbare Liste mit Spalten, die informieren darüber welcher der Bedingungen aktuell ansteht und welche entriegelbar sind. **Hinweis:** die Spalten und Filter können in der Eigenschaft **Listenkonfiguration** der **Befehlsgruppe** projektiert werden.	
Alle entriegeln	*Button*	Alle aktuell anstehende, entriegelbare Verriegelungen können mit dieser Schaltfläche entriegelt werden. **Hinweis:** Dieses Kontrollelement wird	

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
		nur angezeigt wenn das Bild sich im Schritt „*Entriegeln*“ befindet. Das Kontrollelement ist gesperrt wenn die anstehende Verriegelungen nicht entriegelbar sind.	
Beenden	*Button*	Schließt das Bild ohne Aktionsausführung. Der Button ist nur in einem modalen Bild sichtbar. Für modale Bilder ist dieser Button wichtig um das Bild im Fehlerfalle wieder verlassen zu können!	
Abbrechen	*Button*	Bricht den Ablauf der Befehlsgabe ab und kehrt in den Schritt „Stufe 1“ zurück. Der Button ist gesperrt wenn das Bild im Schritt „Stufe 1“ ist.	*X*
Sperrliste	*Liste*	Enthält die bei der Rückmeldevariable aktivierten Sperren. Ist gesperrt wenn die Befehlsgruppe keine Aktion „Sperre“ projektiert hat. Text ist Online sprachübersetzbar	
Benutzerkennung	*Eingabefeld*	Nimmt die Benutzerkennung für die Sperre auf. Ist gesperrt wenn die Befehlsgruppe keine Aktion „Sperre“ projektiert hat.	
Sperrcode	*Eingabefeld*	Für die Eingabe des benutzerspezifischen Sperrcode. Ist gesperrt wenn die Befehlsgruppe keine Aktion „Sperre“ projektiert hat.	
Sperre ausführen	*Button*	Aktiviert eine Sperre. Der Benutzer, der die Sperre aktiviert wird im Kontrollelement „Benutzerkennung“ angezeigt.	

Bezeichner	Kontrolltyp		Default
		Ist gesperrt wenn die Befehlsgruppe keine Aktion „Sperre“ projektiert hat. Diese Bedienhandlung wird, wenn durch die Projektierung nicht unterdrückt, in der CEL protokolliert.	
Entsperren	*Button*	Entfernt die Sperre durch den bei Benutzerkennung angegeben Benutzer. Ist gesperrt wenn die Befehlsgruppe keine Aktion „Sperre“ projektiert hat. Diese Bedienhandlung wird, wenn durch die Projektierung nicht unterdrückt, in der CEL protokolliert.	
Ausführen	*Button*	Wert von Kontrollelement „Sollwert“ oder „Status setzen“ übernehmen. Dieses Kontrollelement ist nur sichtbar wenn das Bild sich im Schritt „Stufe 1“ befindet. *Das Kontrollelement ist zusätzlich zu der generellen Sperre gesperrt wenn:* ▸ Die aktive Aktion nicht „Status setzen“, „Sollwert“ oder „Nachführen Sollwert“ ist ▸ Der Wert im Kontrollelement „Sollwert“ für die Aktionsvariable nicht gültig ist.	
Bemerkung	*Eingabefeld*	Bemerkung zur Sperre.	
Aktionsvariable Status	*Text*	Status der aktiven Aktionsvariable in Kurzformbenennung.	*X*
Aktionsvariable Name	*Text*	Name der aktiven Aktionsvariable.	*X*
Aktionsvariable Kennung	*Text*	Kennung der aktiven Aktionsvariable.	*X*
Aktionsvariable Wert	*Text*	Wert der aktiven Aktionsvariable.	*X*
Aktive Aktion	*Text*	Bezeichnung der aktiven Aktion.	*X*

5.3.1.3 Substituierung zusätzlicher Variablen im Bild

Für die Befehlsgabe können - zusätzlich zur Variablensubstituierung von zenon und Verwendung von Platzhaltern in Rückmelde- und Befehlsvariablen - noch weitere Substitutionsregeln pro Befehlsgruppe und Befehlsgabe-Aktion projektiert werden. So können Sie im Befehlsgabebild weitere dynamische Elemente platzieren, die mit zusätzlichen Variablen verknüpft sind, deren Namen dann in der Runtime auch automatisch substituiert werden. Die Substituierung wird entsprechend der Rückmelde- und Befehlsvariablen durchgeführt.

Bei der Projektierung im zenon Editor finden Sie pro Befehlsgruppe und Befehlsgabe-Aktion je eine Eigenschaft **Ersetzung im Bild**. Diese Eigenschaften sind in der Eigenschaftengruppen **Befehlsgabebild**.

DIE SUBSTITUIERUNG DER ZUSÄTZLICHEN VARIABLEN

Voraussetzung für die Nutzung der Substituierung sind:

- Die Rückmelde- und Befehlsvariable wurden in der Befehlsgabe mit dem Platzhalter - Wildcard * (Stern) projektiert.
  Beispiel: **_RV*, **_CO*
  Rückmeldevariable: **Variablenname der Rückmeldung**
  Befehlsvariable: **Aktionsvariable**
- In der jeweiligen Befehlsgruppe oder Befehlsgabe-Aktion ist in der Eigenschaft **Bild** ein Befehlsgabebild zugewiesen und die Eigenschaft **Ersetzung im Bild** dabei beinhaltet wenigstens ein Text.

Dann im Befehlsgabebild werden Variablen nach folgender Regel substituiert:

- Im Variablenname, der im Befehlsgabebild dargestellt wird, wird der Text aus der Eigenschaft substituiert.
- Er wird mit einem Text substituiert, welchen die Befehlsgabe im Namen einer Rückmeldevariable oder Aktionsvariable an Stelle des Platzhalters * gefunden hat.

  Beispiel:
  Im Editor, Variable verknüpft im Bild: *xxx_BlkOpn*
  Eigenschaft **Ersetzung im Bild**: *xxx*
  In der Runtime, in der Variablennamen, das *xxx* wird mit der aktuellen Inhalt von * substituiert.

Mehrere zu substituierende Texte werden mit einem Semikolon (;) getrennt projektiert. Bei der Aufschaltung des Bildes in der Runtime werden diese Phrasen von Links nach Rechts substituiert. Sobald ein Text für die Ersetzung angewendet wird, werden die nachfolgenden Phrasen ignoriert.

Hinweis: Substituierungen funktionieren nur, wenn alle zu ersetzenden Variablen/Funktionen beim Speichern des Bildes bereits vorhanden sind. Ist beim Aufschalten des Befehlsgabebildes in der Runtime kein Variablenname mit dem projektierten Text vorhanden, wird auch nichts substituiert.

DIE REIHENFOLGE DER SUBSTITUIERUNG BEI BILDUMSCHALTUNG

Die Substituierung via Bildumschaltungs-Funktion ist mit der Substitution der Befehlsgabe kombinierbar. Für die Substituierung gelten folgende Regeln:

- Wird das Bild mit einer Funktion **Bildumschaltung** aufgeschaltet, wird in der Runtime die in der Funktion projektierte Substituierung verwendet.
- Wird das Bild durch das Modul **Schaltfolgen** oder via Menü aufgeschalten, bezieht die Runtime das Bild und die Susbstituierung von der Projektierung in der jeweiligen Befehlsgabeaktion, in der Eigenschaft **Ersetzung im Bild**. Ist in der Befehlsgabeaktion keine Substituierung projektiert, bezieht die Runtime das Bild und die Substituierung von der Befehlsgabegruppe. Ist auch in der Befehlsgabegruppe keine **Ersetzung im Bild** projektiert, findet keine Ersetzung statt.
- Bei Klick auf ein dynamisches Element, dass *Sollwertvorgabe neu* projektiert hat, bezieht die Runtime das Bild und die Substituierung von der Befehlsgabeaktion *Sollwertvorgabe*. Beinhaltet die Befehlsgabegruppe keine Aktion von Typ *Sollwertvorgabe*, so wird die **Ersetzung im Bild** der *Statusvorgabe*, *Sperre* oder Befehlsgabegruppe berücksichtigt.

> **Info**
>
> Weitere Informationen zur Substituierung via Bildumschaltefunktion erhalten Sie im Kapitel Befehlsgabe im Handbuch Funktionen und Skripte.

MEHRERE EINTRÄGE IN DER EIGENSCHAFT ERSETZUNG IM BILD

Mehrere zu substituierende Texte können in der Eigenschaft **Ersetzung im Bild** mit einem Semikolon (;) getrennt projektiert werden. Bei der Aufschaltung des Bildes in der Runtime werden diese Phrasen von Links nach Rechts substituiert.

Dafür ein Beispiel mit 3 Szenarien, für die unterschiedliche Ergebnisse projektiert sind:

- Name der Rückmeldevariable: *abc_RV*.
- Projektierte Rückmeldevariable bei Befehlsgruppe: **_RV*
- Zusätzliche Variablen verknüpft im Bild: *xyz_lock*, *xy_Switch*

Szenario 1

- Projektierte **Ersetzung im Bild**: *xyz;xy*
- Vorhandene Variablen im Projekt: *abc_lock und abc_Switch*.
- **Ergebnis:** Darstellung der Variablen in Bild: *abc_lock und abc_Switch*.

Szenario 2

- Projektierte **Ersetzung im Bild**: *xy;xyz*
- Vorhandene Variablen im Projekt: *abcz_lock* und *abc_Switch*.
- **Ergebnis:** Darstellung der Variablen in Bild zu *abcz_lock* und *abc_Switch*.

Szenario 3

- Projektierte **Ersetzung im Bild**: *xy;xyz*
- Vorhandene Variablen im Projekt: *abc_lock* und *abc_Switch*.
- **Ergebnis:** Darstellung der Variablen in Bild: *abc_lock* und *abc_Switch*.
  Da *abcz_lock* nicht vorhanden ist.

5.3.2 Variablen der Befehlsgruppe

Befehlsgruppen nutzen zum einen die Variablen der Schaltaktionen (die Rückmelde- und Befehlsvariable), zum anderen, optional, die Variablen der **Befehlsbedingungen** und die Variablen der **Schalterfallerkennung**.

Damit das Modul Befehlsgabe benutzt werden kann, müssen die jeweilige Rückmelde- und Befehlsvariablen einer Befehlsgruppe zugewiesen sein. Diese Zuordnung erfolgt im Knoten **Variablen** => bei der Variable => in der Eigenschaftengruppe **Sollwert setzen** => in der Dropdownliste der Eigenschaft **Befehlsgruppe**.

Achten Sie darauf, dass diese Zuordnung sowohl für Rückmeldevariablen wie auch für Befehlsvariablen projektiert wird.

Hinweis: Fehler in der Projektierung werden beim Kompilieren des Projektes im Ausgabefenster des zenon Editors aufgelistet. In der Runtime werden fehlerhafte oder unvollständig konfigurierte Befehlsgaben für die betroffene Variablen, nicht aufgerufen.

Für die Rückmelde- und Befehlsvariablen, kann der Sollwert nur über die Befehlsgabe gesetzt werden, nicht mehr direkt über dynamische Bildelemente. Für Bildelemente, über die der Benutzer die Befehlsgabe auslöst, muss bei der Projektierung für die Eigenschaft **Sollwert absetzen über** der Wert *Befehlsgabe* gewählt werden oder ein **Kontextmenu** verknüpft sein. Verwenden Sie dafür vorzugsweise die Bildelemente, die mit Rückmeldevariable (nicht Befehlsvariable) verknüpft sind. Dies garantiert die Verfügbarkeit von allen Aktionen der Befehlsgruppe (vorausgesetzt der Benutzer ist berechtigt).

Hinweis: Das Bildelement kann auch verwendet werden, wenn die Rückmeldevariable "read-only" ist, z.B. aus einer IEC 60870 Steuerung. Ein Combi-Element mit dem Symbol eines Leitungsschalters kann die Befehlsgabe anstoßen, obwohl die Rückmeldevariable selbst nicht änderbar ist. Die Position des Schalters (offen/geschlossen) entspricht dem Wert der Rückmeldevariable.

Trotz der verknüpften Befehlsgabe können die Werte der Befehlsvariablen auch noch direkt beschrieben werden:

- über **RGM**
- über **API**
- in zenon Logic bei aktivierter Eigenschaft **Extern sichtbar**.
  Hinweis: Sie finden diese Eigenschaft bei der Eigenschaftengruppe **Externe Einstellungen** der Variable.

Die Befehlsgabe wird dabei ignoriert.

> **Info**
>
> Wenn eine Variable mit einer Befehlsgruppe verknüpft ist, kann man die Variable nicht mit der zenon Funktion **Sollwert setzen/modifizieren** beschreiben.
>
> **Ausnahme:** Wenn in derselben Befehlsgruppe auch eine Aktion *Sollwertvorgabe* (auf Seite 146) mit **Schaltrichtung** *Sollwert* angelegt wurde, dann ruft die zenon Funktion diese Aktion im Hintergrund auf, ohne dass das Bild *Befehlsgabe* aufgeschaltet wird. Das heißt, die **Befehlsbedingungen** (auf Seite 167) werden überprüft (jedoch weder **Interne**, noch **Topologische Verriegelungsbedingungen**). Eine anstehende Verriegelungsbedingung verhindert das Schreiben eines Sollwertes. Während der Ausführung der Aktion wird das Statusbit *NET_SEL* nicht gesetzt und die Variableneigenschaft **Select Before Operate** wird ignoriert.
>
> Das gilt auch für die Werteingabe einer Variablen, die mit einem dynamischen Bildelement verknüpft ist, wenn für die Eigenschaft **Sollwert absetzen über** *Element* gewählt wurde.

ALLGEMEINES BEISPIEL

Die Befehlsgruppe "*DPI one stage*" wurde mit dem Namen der Rückmeldevariable **_RV* konfiguriert, und die Schaltaktionen in dieser Gruppe mit dem Namen der Aktionsvariable **_CO*.

Im SCADA-Projekt wurden Variablen mit Namen *ied9_100_RV* (Position des Schalters) und *ied9_100_CO* (Befehl für Schalter) projektiert. Und die Variable *ied9_100_RV* wurde mit einem Bildelement verlinkt mit **Sollwert absetzen über** = *Befehlsgabe*.

Verlinken Sie bei den beiden Variablen *ied9_100_RV* und *ied9_100_CO* in der Eigenschaft **Befehlsgruppe** (Eigenschaftengruppe **Sollwert setzen**) die Befehlsgruppe "*DPI one stage*". In der Runtime wird die jeweilige Wildcard * mit *ied9_100* ersetzt.

So können auch weitere Variablen, wie z.B. *ied9_101_RV* und *ied9_101_CO* (usw.) mit dieser Befehlsgruppe verlinkt werden. In der Runtime werden dann die Befehlsgruppen mehrfach instanziert und können unabhängig bedient werden.

Weiter können Sie auch die optionale Variablen der **Befelhsbedingungen** und der **Schalterfallerkennung** mit Platzhalter * definieren, z.B. **X01:** **_EnableClose*.

> **Info**
>
> Durch die unterschiedliche Verwendung von Grenzwerten/Reaktionsmatrizen für die Befehls-/ Rückmeldevariable können individuelle Schaltrichtungstexte für die Aktionen angezeigt werden. Immer abhängig davon, auf welcher der Variablen die gewünschte Aktion ausgeführt wird.

5.3.2.1 Grenzwerte und Reaktionsmatrizen für Schaltrichtungstexte

Die Befehlsgabe verwendet für die Darstellung der **Schaltrichtung** im Befehlsgabebild und im **Kontextmenü** die Grenzwert-Texte der Befehlsvariablen.

Beispiel: während der Ausführung eines Befehls in der zweistufigen Befehlsgabe, wird für Aktionen vom Typ **Befehl** in Kontrollelement **Schaltrichtung** ein entsprechender Text angezeigt. Diese Texte können über die Grenzwerte oder die Reaktionsmatrizen -Zustände definiert werden.

Besonders in **Kontextmenü** ermöglichen diese Texte dem Benutzer ein besseres Verständnis oder einen besseren Überblick über die in der Runtime zur Verfügung stehenden Aktionen (z. B. '*Befehl: Trenner öffnen*').

Damit haben Sie die Möglichkeit, unterschiedliche Texte für jede Variable, welche die gleiche Befehlsgruppe verwendet, zu vergeben. So können mehrere Variablenpaare (jeweils Rückmeldevariable und Aktionsvariable) nur eine Befehlsgruppe nutzen und doch individualisiert dargestellt werden.

Wurden bei Variablen keine Grenzwerte erstellt und keine Reaktionsmatrizen verlinkt, verwendet die Aktion einen Standardtext:

Schaltrichtung der Aktion	Standardtext
keine	@NONE
AUS	@OFF
EIN	@ON
DIFF	@INTER
STÖR	@FAULT
DIR	@DIR

Info

Durch das Auslesen der Schaltrichtungstexte aus den Grenzwerteinstellungen, sind diese Texte auch voll sprachumschaltbar.

5.3.2.2 Projektübergreifende Variablen

Achtung

Für die Funktionalitäten der Befehlsgabe wird vorausgesetzt, dass die in den Befehlsgruppen verwendeten Variablen sich im gleichen Projekt befinden.

Wird dennoch eine Variable aus einem anderen Projekt verwendet (z. B. untergeordnetes Projekt in der Mehrprojektverwaltung), werden die Befehlsgruppe, die Rückmeldevariable, die Aktionsvariable und das aktionsspezifische Bild (vom Bildtyp 'Befehlsgabe') auch in diesem anderen Projekt erwartet.

Info

Für die Verriegelungen durch den Prozess können allerdings auch projektübergreifende Variablen verwendet werden. Die oben genannten Einschränkungen gilt nur für Variablen der Befehlsgruppe.

5.3.3 Befehlsgabe projektieren

Wählen Sie im Projektbaum den Eintrag **Befehlsgabe**. Im Kontextmenü wählen Sie **Befehlsgruppe neu**.

Nach Anlegen einer neuen Befehlsgruppe wird diese in der Detailansicht des Projektmanagers mit dem Standardnamen „*Befehlsgruppe + Index*" eingefügt. Der Index wird durch eine fortlaufende Nummer ersetzt.

Hinweis: Dieser Name dient im System zur eindeutigen Identifizierung.

Info

Die Namen für die Befehlsgruppen können völlig frei vergeben werden. Allerdings ist darauf zu achten, dass diese im Projekt eindeutig sein müssen: gilt für **Allgemeine Verriegelungen** und **Befehlsgruppen**.

Für die Befehlsgruppen stehen folgende Parameter zur Verfügung:

Parameter	Beschreibung
Name	Benennung der Befehlsgruppe. Muss eindeutig für alle Verriegelungen im Projekt sein. Dieser Name wird später bei der Variable, die diese Befehlsgruppe verwendet, angezeigt. Die Befehlsgruppe kann jeder Zeit umbenannt werden.
Variablenname der Rückmeldung	Hier ist der Variablenname oder die Maske für die Ersetzung der Rückmeldevariable abzulegen. Ein im Namen vorkommender Wildcard * (Stern) dient als Platzhalter für den Ersetzungstext. **Beispiel:** ▸ **_RV* ▸ **/stVal[ST]* Es kann nur ein Platzhalter im Namen verwendet werden. **Achtung:** Wenn der Name leer bleibt oder die hier verwendete Variable (ersetzt oder absolut) zum Zeitpunkt der Kompilierung nicht vorhanden ist, steht diese Befehlsgruppe in der Runtime nicht zur Verfügung. Eine entsprechende Meldung im Ausgabefenster weist beim Kompilieren auf diesen Fehler hin.

STATUSVERARBEITUNG

Parameter	Beschreibung
Status PROGRESS setzen	Wenn aktiviert, dann wird bei den Aktionen *Befehl* und *Nachführen* das Statusbit **In Bedienung** (PROGRESS) beschrieben. Der Wert auf welchem das Statusbit gesetzt wird, hängt von der Schaltrichtung der Aktion ab. Das Statusbit wird auf 1 gesetzt wenn: ▸ Die **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** der Aktion *EIN* oder *AUS* ist. ▸ Die Rückmeldevariable nicht bereits den Wert der eingestellten Schaltrichtung hat. Das Statusbit wird bei der Prüfung der Verriegelungen gesetzt und bleibt bis die Aktionausführung abgeschlossen wird. Das impliziert auch, dass im Fall von **Select Before Operate**, der Status PROGRESS erst nach erfolgreichem 'Select' *(SE+COT_actcon)* gesetzt wird und dann während der

Parameter	Beschreibung
	Laufzeitüberwachung oder Flankenverzögerung, gesetzt bleibt. Wird die Ausführung der Aktion durch ein **Kontextmenü** angestoßen oder ist die Aktion einstufig, wird das Statusbit auch entsprechend gesetzt.
Laufzeitüberwachung	Es gibt folgende Einstellung für diese Dropdownliste: ▸ *keine*: Die Laufzeitüberwachung (auf Seite 189) ist deaktiviert. Bei **Select Before Operate** wird jedoch auf Bestätigung des *'Select' (SE+COT_actcon)* gewartet und sichergestellt, dass 'Select' beendet wurde (SPS hat auf *'Execute' COT_act* in der vorgesehene Zeit reagiert). Wurde *'Select'* noch nicht beendet, wird das *'Select'* deaktiviert - dafür wird ein *'Cancel' (SE+COT_deact)* gesendet. ▸ *nur Rückmeldevariable*: Der Wert der Rückmeldevariable (RV) wird benutzt, um zu überprüfen, ob der Vorgang erfolgreich war. ▸ *nur Übertragungsursache*: Die Statusbits Cause of Transmission (COT) der Kommandovariable werden benutzt, um zu überprüfen, ob der Vorgang erfolgreich war. ▸ *COT und RV*: beide oben definierte Bedingungen.
Bild modal	Wenn aktiviert dann wird das Bild unabhängig der erstellten Projektierung für die Eigenschaft **Modaler Dialog** beim Bild, modal angezeigt.
Bildtitel aus Rückmeldevariable	Die **Kennung** der Rückmeldevariable wird im Bildtitel angezeigt. Dies erfolgt nur wenn das Bild auch einen Titel bei der Schablone projektiert hat. Sprachumschaltung wird unterstützt.
Bild	Name des aufzuschaltenden Bildes wenn die Befehlsgabe über ein Bildelement der Rückmeldevariable (oder Aktionsvariable) aufgerufen wird. **Hinweis:** Via Kontextmenu aufgerufene Aktionen öffnen für die Bestätigung der zweiten Stufe oder Verriegelungstext ein Bild das bei der Aktion definiert wurde. Das hier verknüpfte Bild wird nur dann im Kontextmenü angeboten, wenn direkt bei der

Parameter	Beschreibung
	Befehlsgabeaktion kein Bild verknüpft wurde.
Schalterfallerkennung	Steht nur zur Verfügung, wenn die Eigenschaft **Status PROGRESS setzen** aktiviert ist. *Aktiv*: Die Rückmeldevariable wird auf Wertwechsel von <> *0* auf *0* überwacht. Die Erkennung setzt das Statusbit *CD_TRIP (50)* nur dann auf 1, wenn: ▸ das Statusbit *CB_TR_I* (51) nicht *1* ist, ansonsten ist die Erkennung unterdrückt. ▸ das Statusbit *PROGRESS* (10) nicht *1* ist, ansonsten wird die Wertänderung der Rückmeldevariable als Resultat eines eigenen Befehls betrachtet. **Achtung:** Auch Wertänderungen, die eine verspätete Folge von eigenen Kommando sind, können als ein Schalterfall erkannt werden. Dies geschieht dann, wenn das PROGRESS Bit bereits gelöscht wurde oder wenn die Aktion die **Laufzeitüberwachung** nicht unterstützt.
Erkennungsunterdrückung	Eingabe der Formel, mit der die Erkennung eines Schalterfalls unterdrückt wird. Klick auf die Schaltfläche **...** öffnet den Formeleditor. Für die Formel können alle Variablen aus dem Knoten **Variablen** in der Befehlsgruppe verwendet werden. Es können Variablen aller in der Runtime geladenen Projekte verwendet werden. Auch Namensersetzungen mit '*' - wie bei der Definition der Verriegelungsbedingungen einer Aktion - sind möglich. Die Unterdrückung setzt das Statusbit *CB_TR_I* (51) auf 1. Bei aktiver Erkennung werden alle Variablen, deren Status oder Wert in der Formel für die Schalterfallerkennung verwendet wird, beim Programmstart nach dem Laden aller Projekte zum Lesen aktiviert und bleiben vom Treibern während der gesamten Runtime-Laufzeit angefordert. **Hinweis:** Variablen, die in der Formel verwendet werden, können nicht von der Liste der bei der Befehlsgruppe verlinkten Variablen, gelöscht werden.

> **Info**
>
> Die Rückmelde- und Aktionsvariablen müssen nicht zwingend in der Liste der mit Befehlsgruppe verlinkten Variablen stehen. Deren Namen müssen lediglich bei der Befehlsgruppe und in der Aktion konfiguriert werden.

5.3.3.1 Befehlsgabe im Verteilten Engineering

> **Info**
>
> Da die **Befehlsbedingungen** und die **Allgemeinen Verriegelungen** (Standard Funktionalität - ohne Energy Edition) in der gleichen Struktur im zenon Editor abgelegt sind, wird das Check-Out Symbol (Änderungen ermöglichen) für beide Knoten im Projektbaum exakt gleich gesetzt. Alle Aktionen auf die Befehlsbedingungen betreffen auch die allgemeinen Verriegelungen und umgekehrt.

Als gelöscht markierte Variablen werden für die Kompilierung der Befehlsbedingungen als nicht existent betrachtet. Beim kompilieren werden entsprechende Fehlermeldungen im **Ausgabefenster** des zenon Editors angezeigt.

5.3.3.2 Aktion erzeugen

Aktionen definieren die für die Befehlsgruppen möglichen Schaltbefehle. Durch Auswählen des Elementes **Aktion** in der Detailansicht der Befehlsgruppe, kann mittels der rechten Maustaste eine neue Aktion definiert werden. Details zu den definierten Aktionen werden nach Anlegen auch in der Detailansicht angezeigt (z.B. "*Schaltbefehl: *_BE [EIN,1]*").

Die weiteren Einstellungen für die Aktionen erfolgen danach im Eigenschaftenfenster. Dabei sind einzelne Eigenschaften, abhängig vom Aktionstyp, inaktiv.

Folgende Eigenschaften sind für eine Befehlsgabeaktion verfügbar

Parameter	Beschreibung
Aktionseinstellungen	
Aktionsvariable	Variable, auf die geschrieben wird. Bei manchen Aktionen ist dies die Rückmeldevariable. In diesem Falle ist das Feld gesperrt. Ein im Namen vorkommender '*' dient als Platzhalter für den Ersetzungstext. Es kann nur ein Platzhalter im Namen verwendet werden.

Parameter	Beschreibung
	Wenn die hier verwendete Variable (ersetzt oder absolut) zum Zeitpunkt der Kompilierung nicht vorhanden ist, steht diese Aktion in der Runtime nicht zur Verfügung. Eine entsprechende Meldung weist beim Kompilieren auf diesen Fehler hin. Klick auf die Schaltfläche **...** öffnet den Dialog zur Auswahl einer Variablen Default: *Keine Zuordnung*
Aktionstyp	Zeigt den Typ vom Befehl. Zum editieren nur für Aktionstyp **Befehl** freigegeben; mögliche Einstellungen sind *Schalt-* oder *Pulsbefehl*. Default: *Schaltbefehl*
Rückmeldezustand/Schaltrichtung	Definiert den erwarteten Wert und Status der Rückmeldevariable nach Aktionsausführung. Bei den Aktionen *Blockieren*, *Sperre* und *Freigeben* gesperrt. Default: Der Defaultwert ist abhängig von der gewählten Befehlsgabeaktion.
Befehl	Definiert den Wert, welcher bei der Aktion **Befehl** als Wert auf die Befehlsvariable geschrieben wird. **Hinweis:** nur verfügbar für die Befehlsaktionen *Schalt-* und *Pulsbefehl*, *Auto/Remote-Befehl* und *Zwangsbefehl*. Default: *1*
Flankenverzögerung	Zeit in Millisekunden um welche bei einem *Pulsbefehl* das Zurücksetzen des Wertes verzögert wird. **Hinweis:** Nur verfügbar bei Aktion *Pulsbefehl*. Es wird nicht gewartet bis die **Laufzeitüberwachung** beendet ist. Default: *1000 ms*
Sollwert	Definiert den Wert der an die Steuerung geschrieben wird. **Hinweis:** Nur verfügbar wenn **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** auf *DIR* gesetzt ist.

Parameter	Beschreibung
Modifizierbare Status	Liste der mittels der Aktion *Statusvorgabe* veränderbaren Statusbits. **Hinweis:** Nur bei der Aktion *Statusvorgabe* freigegeben. Default: *Keine Modifizierbar*
Befehlsgabebild	
Bild	Bild vom Typ *Befehlsgabe*, das beim Ausführen der Aktion über das Kontextmenü des Elements verwendet wird. Wenn kein Bild eingetragen ist, wird das Bild, das in der Eigenschaft **Bild** in der Befehlsgruppe eingetragen ist, verwendet. Ein projektiertes, jedoch nicht vorhandenes Bild erzeugt eine Fehlermeldung beim Erzeugen der Runtime-Dateien. Die Aktion wird in diesem Fall nicht übernommen. Default: *keines*. **Hinweis:** Wird die Befehlsgabe durch ein dynamisches Bildelement aufgerufen, wird diese Eigenschaft ignoriert und immer das Bild benutzt, das in der Eigenschaft **Bild** in der Befehlsgruppe eingetragen ist. Steht für den Aktionstyp *Auto/Remote-Befehl* nicht zur Verfügung.
Ersetzung im Bild	Substitutionsregel für Bilder vom Typ Befehlsgabe: In dieser Eigenschaft wird das Ziel der Substitution projektiert. Projektiert wird jener Text, welcher ersetzt werden soll. Mehrere Substitionsregeln werden mit einem Strichpunkt (;) getrennt. Dabei werden die projektierten Substitutionen von links nach rechts abgearbeitet. Ist kein * in der Rückmelde - oder Aktionsvariable vorhanden, findet keine Substituierung statt. Bei der Projektierung wird nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung unterschieden.
Aktionsbutton	Zuordnung der Aktion zu einem Aktionsbutton. Aktionsbuttons werden in einem Befehlsgabebild projektiert. Wenn die Befehlsgruppe mit einem anderen Bild verwendet wird (z. b. über Funktion), bleibt trotzdem die Zuordnung zu dem Aktionsbutton bestehen. Mit anderen Worten: die Aktion wird immer auf den Button mit der zugeordneten Aktions-ID gelegt. Fehlt ein solcher, ist diese Aktion im Bild nicht verfügbar. In der Auswahlliste dieser Eigenschaft werden nur die noch nicht zugeordneten

Parameter	Beschreibung
	Aktionsbuttons angeboten. Diese Einstellung ist gesperrt wenn bei der Befehlsgruppe kein Bild zugeordnet wurde oder bei dem Aktionstyp *Sperre*. Default: *Keine Zuordnung*
Soll/Ist-Vergleich	Wenn aktiviert, dann wird geprüft ob der Wert der Rückmeldevariable bereits der **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** entspricht. Wenn ja, wird eine entriegelbare Verriegelungsmeldung angezeigt. **Hinweis:** Nur aktiv für Aktionstyp *Befehl* Default: *inaktiv*
Nur ausführbar wenn Soll <> Ist	Deaktiviert einen Aktionsbutton im Befehlsgabebild, wenn der Wert der Rückmeldevariable bereits dem Wert des Sollwerts entspricht. Bei Wertänderung der Rückmeldevariable wird der entsprechende Aktionsbutton wieder aktiv. Gleiches gilt auch für Kontextmenüeinträge. Hier wird die entsprechende Befehlsgabeaktion im Menü nicht angezeigt. **Hinweis:** Nur verfügbar, wenn die Eigenschaft **Soll/Ist-Vergleich** aktiviert ist und nur für die Befehlsgabeaktion *Befehl* (Schalt- oder Pulsbefehl). Default: *inaktiv*
Zweistufig	Wenn aktiv, wird die Aktion erst nach Klicken (in der Runtime) des Buttons **Ausführen 2. Stufe** ausgeführt. Wenn nicht aktiv dann wird die Aktion nach entriegeln der letzten Verriegelung oder wenn keine Verriegelung ansteht sofort ausgeführt. **Hinweis:** Bei Aktionen *Sperre* und *Auto/Remote-Befehl* gesperrt. Default: *aktiv*
Zweihandbedienung	▸ *Aktiv*: Das Kontrollelement **Ausführen 2. Stufe** wird nur freigegeben, wenn die **Steuerung-Taste** gehalten wird. In Multi-Touch Anwendungen müssen beide Druckpunkte jeweils auf einem eigenen Bild mit einer eigenen Schablone bereitgestellt werden. Nicht verfügbar, wenn keine zweistufige Ausführung projektiert wurde. **Hinweis:** Für das Kontrollelement **Ausführen 2. Stufe** darf bei

Parameter	Beschreibung
	Zweihandbedienung die Eigenschaft **mit Lasso auswählbar** nicht aktiv sein. Diese Eigenschaften finden Sie beim projektieren Kontrollelement in der Eigenschaftengruppe **Runtime** . Default: *inaktiv*
Automatisch schließen	Wenn aktiv dann wird das Bild nach Ausführung der Aktion automatisch geschlossen. **Hinweis:** Steht für den Aktionstyp *Auto/Remote-Befehl* nicht zur Verfügung. Default: *inaktiv*
Menü ID	Die Menü ID wird für die Erstellung von Kontextmenüs in der Runtime verwendet. **Hinweis:** Werden zwei Aktionen mit der gleichen ID ausgestattet, werden sie im Aktionsbaum mit einem speziellen Symbol markiert. Sie können dann nicht von Kontextmenu aufgerufen werden.
Aktionsname	Frei vergebbarer Name der Befehlsgabe-Aktion. Dieser kann für das Modul **Befehlsgabe** über das Befehlsgabebild in der Runtime angezeigt werden. Im Modul **Schaltfolgen** wird dieser Name für den Schritt verwendet.
Schaltfolgen	Projektierungen für das Modul **Schaltfolgen**.
Ignoriere "Zweistufig"	Bei aktivierter Eigenschaft werden zweistufige Aktionen bei der Ausführung im Modul Schaltfolgen ohne Öffnen eines Befehlsgabefensters sofort ausgeführt. Die für die Befehlsgabe projektierte zweistufige Ausführung des Befehls wird ignoriert.
Überspringe Aktion bei identem Soll/Ist-Wert	Bei aktivierter Eigenschaft und wenn der Istwert dem erwarteten Sollwert entspricht, wird die Aktion in der Runtime in einer Schaltfolge übersprungen. **Hinweis:** Die Eigenschaft steht nur für die Befehlsgabeaktion Befehl (*Schalt-* oder *Pulsbefehl*) zur Verfügung.
Optionen	
CEL-Eintrag unterdrücken	Wenn aktiv dann wird bei Aktionsausführung kein Eintrag in der CEL erstellt.

Parameter	Beschreibung
	Default: *inaktiv*
Timeout	Timeout für die Laufzeitüberwachung in Sekunden für Aktionstyp *Schaltbefehl* und *Pulsbefehl*. Diese Einstellung gilt auch als Timeout für Select. Maßeinheit sind Sekunden Nur verfügbar bei den Aktionen *Befehl*, *Auto/Remote-Befehl*, *Prüfe Rückmeldung*, *Sollwertvorgabe* und *Zwangsbefehl*. Default: *30*
Timeout abbrechbar	Ermöglicht das Abbrechen des Timeouts der Laufzeitüberwachung. Steht nur für die Aktionen *Befehl* und *Sollwertvorgabe* zur Verfügung. Wenn das Kommando bereits ausgeführt wird - nachdem **COT_actcon** empfangen wurde - bricht der Button **Abbrechen** die Laufzeitüberwachung ab. Damit sind zum Beispiel Buttons wieder aktiv und bedienbar. **Hinweis:** Nicht alle Treiber unterstützen die Deaktivierung während der Ausführung. Wenn nicht wird kein Cancel an die Steuerung gesendet, nur die Aktion unterbrochen.
Qualifier of Command verwenden	Ermöglicht Befehlen eine Zusatzinformation (Qualifier of Command) mitzugeben. Voraussetzung dafür ist, dass auch der Treiber diese Möglichkeit unterstützt. Mögliche Treiber sind z.B. IEC850, IEC870 und DNP3. Steht nur für die Aktionen *Befehl* , *Auto/Remote-Befehl* und *Zwangsbefehl* zur Verfügung. Default: *inaktiv*
Qualifier of Command	Eingabe eines Zahlenwertes, welcher als Befehlsparameter zum Treiber gesendet wird. Diese Eingabemöglichkeit steht nur dann zur Verfügung, wenn die Eigenschaft **Qualifier of Command verwenden** aktiviert ist. ▸ Eingabebereich: *0 - 127* ▸ Default: *0*

Achtung

Die Bezeichnung der Aktionstypen in der Eigenschaft **Menü ID** muss eindeutig sein, damit sie im Kontextmenü (auf Seite 158) eindeutig identifizierbar sind. Verfügen zwei Aktionen über die gleiche ID, werden Sie im Aktionsbaum mit einem speziellen Symbol **M** markiert.

Tipp

Hinweise:

- Bei Auswahl einzelner Eigenschaften erhalten Sie in der eingebetteten Hilfe zusätzliche Informationen zur Funktionalität.
- Definierte Aktionen und Befehlsbedingungen können in XML exportiert und aus XML importiert werden. Damit können sie sehr einfach archiviert oder in anderen Applikationen wieder verwendet werden.
- Der Status kann über den Befehl **Statusvorgabe** gesetzt werden.

5.3.3.3 Aktionstypen

Die Aktionstypen sind die zur Verfügung stehenden Befehlsprozeduren. Je nach Befehl werden unterschiedliche Aktivitäten ausgeführt.

Im System steht eine Vielzahl von Aktionen zur Verfügung. Folgende Aktionstypen können für Befehlsgruppen definiert werden:

Aktionstyp	Anmerkung
Befehl neu (auf Seite 143)	Schalt- oder Pulsbefehl. Über den Wert der Befehlsvariable wird der projektierte Befehlsgabezustand zur Steuerung geschrieben. **Hinweis:** der Schaltbefehl eignet sich für Einzel- und Doppelbefehle mit Energy Treiber (IEC60870, IEC61850, DNP3).
Auto/Remote-Befehl neu (auf Seite 144)	Der Remotebefehl wird vom Process Gateway oder der zenon API an die Befehlsgabe weitergeleitet und wie ein Schaltbefehl abgearbeitet. Die Aktion steht weder im Befehlsgabe-Bild, noch über Kontextmenü zur Verfügung.
Zwangsbefehl neu (auf	Der Aktionstyp *Zwangsbefehl* ermöglicht das Absetzen eines Befehls

Aktionstyp	Anmerkung
Seite 146)	auch wenn die Rückmeldevariable *leer*, *OFF*, *NT* oder *INVALID* ist. **Hinweis:** Die Aktion ist für Not-Abschaltungen gedacht und soll nur mit Bedacht eingesetzt werden.
Sollwertvorgabe neu (auf Seite 146)	Schreibt einen beliebigen numerischen Wert auf die Befehlsvariable.
Statusvorgabe neu (auf Seite 147)	Verändert die Statusbits der Rückmeldevariable. Gilt nur für Statusbits in der Liste **Modifizierbare Status.**
Ersetzen neu (auf Seite 148)	Verändert den Status der Rückmeldevariable auf Ersatzwert (*ALT_VAL*) und setzt einen Ersatzwert auf die Rückmeldevariable ab. **Hinweis:** Das *Setzen der Variablen auf Ersatzwerte* ermöglicht die Visualisierung des Prozesses mit manuel gesammelten Daten während des Ausfalls der Kommunikation, z.B. via **Automatic Line Coloring**.
Revision neu (auf Seite 149)	Setzt Statusbit *REVISION* der Rückmeldevariable. **Hinweis:** In der Revision wird die Alarmbehandlung unterdrückt.
Nachführen neu (auf Seite 149)	Setzt Wert der ausgewählten Rückmeldevariable entsprechend der Schaltrichtungeinstellung. **Hinweis:** die Kommunikationsprotokolle in Energy (IEC60870, IEC61850, DNP3) schließen direktes Schreiben auf die Rückmeldevariable aus.
Blockieren neu (auf Seite 151)	Schaltet Rückmeldevariable ab (Statusbit *OFF*). **Hinweis:** die abgeschaltete Variablen werden von der angeschlossenen Hardware nicht mehr gelesen.
Freigeben neu (auf Seite 151)	Setzt Statusbit Ersatzwert (*ALT_VAL*) auf 0. **Hinweis:** als Folge hat die Rückmeldevariable wieder den von der Steuerung empfangenen Wert .
Prüfe Rückmeldewert (auf Seite 151)	Überprüft den Zustand der Rückmeldevariable, ohne eine Aktivität auszuführen. **Hinweis:** die Aktion ist für Einsatz im **Modul Schaltfolgen** gedacht.
Sperre neu (auf Seite 152)	Mit Eingabe eines gültigen **Sperrcodes**, ist die Rückmeldevariable für weitere Aktionen gesperrt oder entsperrt.

Hinweis: Die Auflistung der Aktionstypen erfolgt in obenstehender Aufstellung in der Reihenfolge, wie die Aktionstypen im Kontextmenü zenon angeboten werden. Die Reihenfolge im Hauptfenster ist jedoch alphabetisch.

In der Detailansicht der Befehlsgabe werden die Aktionen im Baum mit der jeweils gewählten Schaltrichtung und mit dem konfigurierten Aktionswert angezeigt.

> **Achtung**
>
> Die Bezeichnung der Aktionstypen in der Eigenschaft **Menü ID** muss eindeutig sein, damit sie im Kontextmenü (auf Seite 158) eindeutig identifizierbar sind. Verfügen zwei Aktionen über die gleiche ID, werden Sie im Aktionsbaum mit einem speziellen Symbol **M** markiert.

5.3.3.3.1Aktionstyp Befehl

Dieser **Aktionstyp** wird je nach Projektierung als *Schaltbefehl* oder *Pulsbefehl* verwendet.

Bei Ausführung des Befehls wird ein Wert - 0 oder 1 - auf die Befehlsvariable geschrieben. Der zu schreibende Wert wird mit der Eigenschaft **Befehl** konfiguriert.

Dieser Aktionstyp unterstützt das **Select Before Operate** und die **Laufzeitüberwachung**. Das Select Before Operate hängt von entsprechender Eigenschaft der Befehlsvariable und von Treiber ab.

Die **Laufzeitüberwachung**, je nach projektierter Art (z.B. *über Rückmeldevariable)*, kann auch überprüfen, ob die Rückmeldevariable ihr Wert entsprechend dem Befehl ändert. Welchen Wert bei der Rückmeldevariable die Laufzeitüberwachung aufgrund des Befehls dann erwartet, ist bei der Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** (*Ein/Aus/keine*) zu definieren:

Schaltrichtung	Wert der Rückmeldevariable nach Befehlsausführung
Keine	Es ist keine bestimmte Wertänderung vorgesehen. Die Aktion wird beendet, wenn das projektierte **Timeout** abgelaufen ist. **Hinweis:** Die **Laufzeitüberwachung** kann trotzdem aktiviert sein, um die *Übertragungsursache* (COT) zu berücksichtigen.
Aus	Die Aktion erwartet Wert 0. Wenn noch vor der Befehlssausführung die Rückmeldevariable bereits der Wert 0 hat, dann bei aktivierter Eigenschaft **Soll/Ist-Vergleich** wird eine interne Verriegelungsbedingung gemeldet. **Hinweis:** Ist die Laufzeitüberwachung mit den Werten *keine* oder *über Übertragungsursache* projektiert, wird nicht auf Wert der Rückmeldevariable gewartet.

Schaltrichtung	Wert der Rückmeldevariable nach Befehlsausführung
Ein	Die Aktion erwartet Wert 1 und (entsprechend **Soll/Ist-Vergleich**) wird auf Wert 1 vergleichen.

Bei *Pulsbefehlen* wird ein Wert zwei Mal an die Steuerung geschrieben. Beim zweiten Mal erfolgt, nach der projektierten **Flankenverzögerung,** ein automatisches Rücksetzen auf *0* oder *1* (abhängig von der Projektierung der Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung**). Dies unterbleibt jedoch, wenn bei der Befehlsvariable die Eigenschaft **Select Before Operate** aktiviert wurde. Die Energy Protokolle bieten keine Möglichkeiten ein Select gemeinsam mit dem *Pulsbefehl* auszuführen. Ist bei der Aktionsvariable die Eigenschaft **Select Before Operate** aktiviert, verhält sich ein *Pulsbefehl* gleich wie ein *Schaltbefehl*.

Beachten Sie: Der Pulsbefehl wird nicht für Energy Treiber empfohlen. Der Pulsbefehl sollte nur mit einer SPS verwendet werden, die anstelle einer Flanke einen Puls erwartet.

Hinweis

Ist bei Aktionsausführung der aktuelle Wert der Rückmeldevariable unterschiedlich zu dem in der Schaltrichtung eingestellten Wert, und wurde die Schaltrichtung *Ein* oder *Aus* definiert, kann für die Dauer der Laufzeitüberwachung das Statusbit **In Bearbeitung** (PROGRESS) gesetzt werden. Aktivieren Sie dazu die Eigenschaft **Status PROGRESS setzen** der Befehlsgruppe.

5.3.3.3.2 Aktionstyp Auto/Remote-Befehl

Der **Remotebefehl** (über Process Gateway, VBA etc.) wird an die zenon Befehlsgabe weitergeleitet, welche den Ablauf (Verriegelungsüberprüfung, Weitergabe an Treiber, Rückmeldung, usw.) wie einen **Schaltbefehl (auf Seite 143)** abarbeitet.

Dabei gilt:

- Der Befehl ist weder über das Befehlsgabebild noch über das Kontextmenü zugänglich.
- Der Befehl wird nur mit einem vorangegangenen Select unterstützt. Die Aktionsvariable muss die Eigenschaft **Select Before Operate** aktiviert haben.
- Beim Beenden der Runtime, oder beim Nachladen wird ein bereits gesetztes Select verworfen.
  Beachten Sie: Ein Master, der via **Process Gateway** verbunden ist, wird darüber nicht informiert. Für den Master am **Process Gateway** muss dies mit einer eigenen Konfiguration des **Process Gateway** (via INI-Datei) realisiert werden. Dies kann z.B. mit einer Konfiguration für den Verbindungsabbruch geschehen.

Tipp

Aktivieren Sie in der Befehlsgruppe die Eigenschaft **Statusbits auf Befehlsvariablen schreiben**.

Dadurch ist sichergestellt, dass der *Auto/Remote-Befehl* von dem Aktionstyp *Sperre* beeinflusst wird.

Hinweis: Beim Greifen einer Verriegelung wird ein (sprachumschaltbarer) CEL Eintrag mit dem projektierten Text erstellt.

API

Über das VBA Interface kann mittels der Methode `IVariable::SetValueWithStatusEx` und den zu übergebenden Statusbits entschieden werden, ob das Schreiben entweder via dem Modul **Befehlsgabe** oder direkt via VBA-Programmierung erfolgen soll.

- Wenn das Statusbit *NET_SEL* (Bit 8) bereits gesetzt ist (z.B. das Befehlsgabebild ist offen), wird das Kommando nicht ausgeführt.
- Ist das Statusbit nicht gesetzt, wird dieses gesetzt und das Schreiben wird durch die Befehlsgabe ausgeführt, oder werden Kommandos an die Befehlsgabe weitergeleitet.
- Der Rückgabewert der Methode gibt Auskunft ob die Befehlsgabe aktiviert oder das Kommando ausgeführt wurde.

Übergabe der Statusbits der Aktionsvariable an die Methode:

- *SE_870* + *COT_act(6)* - Select activation
  Ermittelt die auszuführende Befehlsaktion und aktiviert die Befehlsgabe. Der Rückgabewert der Methode gibt Auskunft darüber, ob dies möglich ist.
- *SE_870* + *COT_deact(8)* - Deactivation (Cancel)
  Laufende Befehlsgabe wird abgebrochen.
- *COT_act(6)* - Activation (Operate/Execute)
  Execute für Befehlsgabe wird ausgeführt.

Damit die Methode die Befehlsgabe ausführen kann, muss eine **Remote-Befehl** Aktion existieren, deren Schaltrichtung dem übergebenen Sollwert entspricht. Der tatsächlich auf dem Treiber geschriebene Wert, Select usw. ergibt sich aus der Eigenschaften der Aktion.

Info

Weitere Informationen erhalten Sie im Kapitel Select before Operate im Handbuch Process Gateway IEC870 Slave.

5.3.3.3.3 Aktionstyp Zwangsbefehl

Der Aktionstyp **Zwangsbefehl** ermöglicht das Absetzen eines Befehls, auch wenn die Rückmeldevariable *leer*, *OFF*, *Not topical* oder gestört (*INVALID*) ist.
Achtung: Er ist für die Not-Abschaltungen gedacht.

Verriegelungensbedingungen können für den Zwangsbefehl nicht angelegt werden, da in der Runtime nicht gewährleistet ist, dass die Bedingungsvariablen einen gültigen Wert haben.

Hinweis: Der Zwangsbefehl entspricht einen bedingungslosen **Schaltbefehl**.

> **Achtung**
>
> Die fehlerhafte Projektierung oder Verwendung des Zwangsbefehls kann in der Runtime für die Anlage weitreichende Folgen haben. Setzen Sie diesen Befehl daher immer mit Bedacht ein und schützen Sie diesen durch Benutzerberechtigungen.

5.3.3.3.4 Aktionstyp Sollwertvorgabe

Der Aktionstyp **Sollwertvorgabe** bietet die Möglichkeit, einen beliebigen numerischen Wert auf die Befehlsvariable zu schreiben. Das Bild vom Typ **Befehlsgabe** bietet dazu eigene Kontrollelemente an, die auch eine manuelle Vorgabe des Sollwertes ermöglichen. Mit der Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** wird definiert, wie der Sollwert gesetzt werden soll:

Schaltrichtung	Wert der Rückmeldevariable
DIR	Sollwert wird direkt gesetzt. Der abzusetzende Wert wird über die Eigenschaft **Sollwert** der Aktion festgelegt. Der auszugebende Text kann über einen Grenzwert/ein Rema für den Zustand/Wert 5 projektiert werden. Ist das nicht der Fall, wird ein Standardtext (auf Seite 130) verwendet. **Soll/Ist-Vergleich** wird nicht unterstützt. Die Aktion kann mehrfach hintereinander ausgeführt werden.
Sollwert	Der Wert vom Kontrollelement **Sollwert** des Befehlsgabebildes wird auf die Aktionsvariable geschrieben. In einstufiger Ausführung wird der Wert beim Drücken des Buttons **Ausführen** oder beim Drücken des **Aktionsbuttons** (wenn konfiguriert)

Schaltrichtung	Wert der Rückmeldevariable
	abgesetzt. In zweistufiger Ausführung wird der Wert beim Drücken des Buttons **Ausführen 2.Stufe** abgesetzt.

Dieser Aktionstyp, für *DIR*, unterstützt **Select Before Operate.**
Zusätzlich wird die **Laufzeitüberwachung** unterstützt. Diese ist auf die Auswertungen der Übertragungsursache *(COT)* eingeschränkt. Eine Auswertung des Wertes der Rückmeldevariable ist in diesem Aktionstyp nicht möglich.

Info

Wenn eine Variable mit einer Befehlsgruppe verknüpft ist, kann man die Variable nicht mit der zenon Funktion **Sollwert setzen/modifizieren** beschreiben.

Ausnahme: Wenn in derselben Befehlsgruppe auch eine Aktion *Sollwertvorgabe* (auf Seite 146) mit **Schaltrichtung** *Sollwert* angelegt wurde, dann ruft die zenon Funktion diese Aktion im Hintergrund auf, ohne dass das Bild *Befehlsgabe* aufgeschaltet wird. Das heißt, die **Befehlsbedingungen** (auf Seite 167) werden überprüft (jedoch weder **Interne**, noch **Topologische Verriegelungsbedingungen**). Eine anstehende Verriegelungsbedingung verhindert das Schreiben eines Sollwertes. Während der Ausführung der Aktion wird das Statusbit *NET_SEL* nicht gesetzt und die Variableneigenschaft **Select Before Operate** wird ignoriert.

Das gilt auch für die Werteingabe einer Variablen, die mit einem dynamischen Bildelement verknüpft ist, wenn für die Eigenschaft **Sollwert absetzen über** *Element* gewählt wurde.

Für weitere Informationen lesen Sie die Informationen in dem Kapitel Aktionen anwenden (auf Seite 154).

Achtung

Bei Sollwertvorgabe mit Schaltrichtung *DIR* werden weder die Grenzen der verknüpften Variablen überprüft, noch ob das Sollwert Setzen für diese Variable generell zulässig ist.

5.3.3.3.5 Aktionstyp Statusvorgabe

Verändert die Statusbits der Rückmeldevariable. Je nach Definition der **Schaltrichtung** wird folgendes ausgeführt:

Schaltrichtung	Aktion
Aus	Die in der Liste **Modifizierbare Status** projektierten Statusbits werden alle auf 0 zurückgesetzt.
Ein	Die in der Liste **Modifizierbare Status** projektierten Statusbits werden alle auf 1 (aktiv) gesetzt.
Keine	Die in der Liste **Modifizierbare Status** projektierten Statusbits müssen in der Runtime im Befehlsgabe-Bild über das Kontrollelement *Aktionsvariable Status setzen* definiert werden. Im Kontrollelement wird jedes Statusbit über eine Checkbox individuell definiert. ▸ In einstufiger Ausführung werden die Statusbits beim Drücken des Buttons **Ausführen** oder beim Drücken des **Aktionsbuttons** (wenn konfiguriert) abgesetzt. ▸ In zweistufiger Ausführung werden die Statusbits beim Drücken des Buttons **Ausführen 2.Stufe** abgesetzt.

Verändern Sie in der Runtime ein Statusbit, so wird die Änderung in der Chronologischen Ereignisliste mitprotokolliert (Status inklusive Wert). Diese Meldungen sind in der Runtime sprachumschaltbar.

> Info
>
> Der Aktionstyp *Statusvorgabe* löst immer ein Beschreiben der Rückmeldevariable.

Zusätzlich zum Aktionstyp *Statusvorgabe* können Werte der Statusbits auch durch andere Aktionen der Befehlsgabe modifiziert werden.
Beispiele dafür sind:

- Die Statusbits *OFF* und *REVISION* sollen durch Aktionstyp Blockieren (auf Seite 151) oder Aktionstyp Revision (auf Seite 149) verändert werden. Mit diesen Aktionen empfängt die Runtime vom Treiber auch den aktuellen Wert der Rückmeldevariable.
- Wird über die Aktion *Sperre* ein Schalter gesperrt, wird das Statusbit *M1* der Rückmeldevariable gesetzt.
- Die Statusbits *CB_TRIP* und *CB_TRI_I* repräsentieren das Ergebnis der Eigenschaft **Schalterfallerkennung**.

5.3.3.3.6 Aktionstyp Ersetzen

Der Prozesswert eines ferngemeldeten Schalters wird temporär (z.B. wegen Revision, Wartungsarbeiten, dauerhafter Verbindungsausfall etc.) durch einen Ersatzwert ausgetauscht.

Die Rückmeldevariable wird auf den Status **Ersatzwert** (ALT_VAL) gesetzt. Zusätzlich wird der, durch die **Schaltrichtung** definierte Wert, auf die Rückmeldevariable abgesetzt.

Schaltrichtung	Ersatzwert
Aus	0
Ein	1
Diff	2
Stör	3
Keine	4

Der Ersatzwert wird nicht an die angeschlossene Hardware übertragen. Er dient der Substitution der Werte anhand manuel erfasster Information.

> **Tipp**
>
> Durch Umschalten der Rückmeldevariablen auf Ersatzwerte ist es möglich, den aktuellen topologischen Zustand der Netzes in **ALC** abzubilden, während das SCADA System vom Prozess entkoppelt wurde.

5.3.3.3.7 Aktionstyp Revision

Setzt den Wert für das Statusbit Revision der Rückmeldevariable. Der Wert wird in der Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** projektiert.

Schaltrichtung	Status
Aus	Setzen auf 0
Ein	Setzen auf 1

5.3.3.3.8 Aktionstyp Nachführen

Der Aktionstyp **Nachführen** setzt den Wert der Rückmeldevariable entsprechend der Einstellung der **Schaltrichtung**.

Hinweis: die Kommunikationsprotokolle in Energy (IEC60870, IEC61850, DNP3) schließen direktes Schreiben auf die Rückmeldevariable aus. In diesen Treibern wird die Aktion fehlschlagen! Um einen Befehl auszuführen wird das Setzen des Werts auf eine Befehlsvariable erwartet.

Schaltrichtung	Aktion
Aus	0
Ein	1
Diff	2
Stör	3
DIR	Der Sollwert wird direkt gesetzt. Der abzusetzende Wert wird über die Eigenschaft **Sollwert** festgelegt. Der auszugebende Text kann über einen Grenzwert/eine Rema für den Zustand/Wert 5 projektiert werden. Ist das nicht der Fall, wird ein Standardtext (auf Seite 130) verwendet. **Soll/Ist-Vergleich** wird nicht unterstützt. Die Aktion kann mehrfach hintereinander ausgeführt werden.
Sollwert	Wert vom Kontrollelement **Sollwert** im Befehlsgabebild wird auf die Rückmeldevariable geschrieben.

Achtung

Beim direkten Sollwert Setzen werden weder die Grenzen der verknüpften Variablen überprüft, noch, ob das Sollwert Setzen für diese Variable generell zulässig ist.

Info

Das Statusbit **In Bearbeitung** (PROGRESS) wird gesetzt, wenn:

- bei Aktionsausführung der aktuelle Wert der Rückmeldevariable unterschiedlich zu dem in der **Schaltrichtung** eingestellten Wert ist und
- die **Schaltrichtung** *Ein* oder *Aus* definiert wurde.

HANDNACHFÜHRUNG

Unter Handnachführung versteht man das Nachführen eines nicht ferngemeldeten Schalters in zenon. Nachgeführt wird üblicherweise auf eine Variable ohne Prozessbezug. Bei einer solchen Variable sollte eigentlich nie ein Invalid-Bit anstehen. Es ist zwar möglich, jedoch nicht sinnvoll, eine Variable mit Prozessbezug nachzuführen! Die SPS wird diesen Wert wieder überschreiben.

Verhalten:

Aus Sicht des Treibers ist **Nachführen** ein ganz normales Sollwertsetzen.

Gegensatz dazu - Aktion: Ersetzen (auf Seite 148)

Der Prozesswert eines ferngemeldeten Schalters wird vorübergehend (z.B. wegen Wartungsarbeiten) durch einen Ersatzwert ausgetauscht.

5.3.3.3.9 Aktionstyp Blockieren

Durch Ausführen dieser Aktion wird die Rückmeldevariable abgeschaltet.

Das Statusbit der Rückmeldevariable wird auf OFF gesetzt. Die abgeschalteten Variablen werden von der angeschlossenen Hardware nicht mehr gelesen.

Hat die Rückmeldevariable bereits das Statusbit OFF gesetzt, wird bei nochmaliger Ausführung der Aktion das Statusbit nicht erneut gesetzt. Die Runtime empfängt vom Treiber den aktuellen Wert der Rückmeldevariable.

Hinweis: Dieser Aktionstyp kann pro Befehlsgruppe nur einmal projektiert werden.

5.3.3.3.10 Aktionstyp Freigeben

Die Aktion **Freigeben** setzt das Statusbit **Ersatzwert** (ALT_VAL) auf *0* (inaktiv) zurück. Ist auch das Statusbit **Abgeschaltet** (OFF) aktiv, wird es ebenfalls auf *0* (inaktiv) gesetzt. Nach Ausführung der Aktion **Freigeben** empfängt die Runtime den aktuellen Wert vom Treiber für die Rückmeldevariable.

Die Aktion kann in der Runtime nur ausgeführt werden, wenn bei der ausgewählten Rückmeldevariable das Statusbit **Ersatzwert** (ALT_VAL) aktiv ist (Wert: *1*).

Hinweis: Dieser Aktionstyp kann pro Befehlsgruppe nur einmal projektiert werden.

5.3.3.3.11 Aktionstyp Prüfe Rückmeldewert

Die Aktion **Prüfe Rückmeldewert** dient dazu, die Variablen auf den Zustand *EIN* oder *AUS* zu überprüfen.

Während die Aktion **Prüfe Rückmeldung** ausgeführt wird, ist die Standardtaste **Abbruch** im Bild vom Typ **Befehlsgabe** freigegeben.

Dabei wird - je nach Einstellung der **Laufzeitüberwachung** (auf Seite 195) - gewartet, bis der Wert der Rückmeldevariable jenem Wert der Prüfrichtung - Aktionseigenschaft **Schaltrichtung** - entspricht. Bei Prüfwert *EIN* ist dies der Wert 1; bei *A*US der Wert 0.

Ist keine Laufzeitüberwachung projektiert (**Laufzeitüberwachung** = "*Keine*"), wird maximal die eingestellte Wartezeit (~24 Stunden) gewartet. Anderenfalls wird die Aktion beendet und das Statusbit *TIMEOUT* bei der Rückmeldevariable gesetzt.

Wenn nach Ausführung der Aktion im Befehlsgabebild die anderen Aktionen nicht verfügbar sind, hat dies folgende Gründe:

- Der **Timeout** bei der **Laufzeitüberwachung** ist noch nicht abgelaufen.
- Die Rückmeldevariable hat noch nicht den erwarteten Wert (die Wertänderung wurde noch nicht empfangen).
- Die Aktion wurde noch nicht mit dem Button **Abbrechen** abgebrochen.

> **Info**
>
> Der Aktionstyp **Prüfe Rückmeldewert** dient nur zum Lesen des Wertes der Rückmeldevariable, ohne eine Aktivität auszuführen.
>
> Die Aktion ist für den Einsatz im Modul **Schaltfolgen** vorgesehen.

Wenn die Rückmeldevariable bereits den Wert der **Schaltrichtung** hat, wird die Aktionsausführung sofort als abgeschlossen erkannt. Die restlichen Buttons im Befehlsgabebild werden dadurch sofort verfügbar.

Hinweis: Ist die Rückmeldevariable auf Status *OFF* oder *Revision* gesetzt, kann der Rückmeldewert trotzdem geprüft werden.

5.3.3.3.12 Aktionstyp Sperre

Ermöglicht das Sperren einer Rückmeldevariable für die Aktionen der Befehlsgabe.

Hinweise:

- Dieser Aktionstyp kann pro Befehlsgruppe nur einmal projektiert werden.
- **Verriegelugsbedingungen** werden bei der Aktion nicht unterstützt. Sperren können immer ausgeführt werden.

> **Info**
>
> Wird über die Aktion *Sperre* ein Schalter gesperrt, wird das Statusbit M1 der Rückmeldevariable gesetzt.
>
> Ist die Eigenschaft **Statusbits auf Befehlsvariablen schreiben** aktiviert wird das Statusbit M1 auch auf der Befehlsvariable gesetzt.

Voraussetzung dazu sind im System vorhandene Benutzer, die über einen im Modul **Benutzerverwaltung** projektierten **Sperrcode** verfügen. Ein Sperren oder Entsperren einer Rückmeldevariable kann nur über die korrekte Eingabe eines **Sperrcodes** erfolgen.

Dabei kann dieselbe Variable auch von mehreren Benutzern parallel gesperrt werden. Aktionen für die Rückmeldevariable sind erst wieder möglich, wenn alle Sperren durch Eingabe des **Sperrcodes** aufgehoben wurden.

Es können keine Aktionen ausgeführt werden, wenn

- Aktionen der Befehlsvariablen die gesperrte Variable als Rückmeldevariable verwenden (z.B. *Schaltbefehl*)
- Aktionen der Befehlsvariablen die gesperrte Variable als Aktionsvariable verwenden (z.B. *Ersetzen*)

Über ein eigenes Kontrollelement *Sperrliste* kann eine Liste der aktuellen Sperren im Befehlsgabebild angezeigt werden.

Der **Sperrcode** kann für jeden Benutzer individuell definiert werden. Diese Parametrierung erfolgt direkt bei einem bereits bestehenden Benutzer in der Eigenschaft **Sperrcode**.

Die Einstellung für den **Sperrcode** kann auch in der Runtime für einen bestehenden Benutzer vorgenommen werden.

Zur Laufzeit können Benutzer, die noch über eine aktive Befehlssperre verfügen, nicht gelöscht werden.

Achtung

Benutzer können auch über die Entwicklungsumgebung gelöscht werden. Dies hat zur Folge, dass beim Neustart oder Nachladen der Runtime die definierten Sperren verloren gehen.

In der **Benutzerverwaltung** gesperrte (deaktivierte) Benutzer können keine Befehlssperre aktivieren oder deaktivieren.

Info

Informationen über aktive Sperren werden auch im redundanten Netzwerk abgeglichen und stehen daher nach einer Redundanzumschaltung zur Verfügung.

5.3.3.4 Aktionen anwenden

Die Befehlsgabe in der Energy Edition kann an mehreren Stellen genutzt werden. Dem Anwender bleibt dabei überlassen, welche Variante er einsetzen möchte. Auch eine gleichzeitige Nutzung (bezogen auf ein Element) der unterschiedlichen Verwendungsarten ist jederzeit möglich:

- Aufruf über eine Funktion **Bildumschaltung** auf ein Bild vom Typ **Befehlsgabe** (auf Seite 155).
- Aufruf über Bildelement vom Typ **Zahlenwert**, **Combi-Element**, **Dynamischer Text**, **Bargraf**, **Uhr**, **Universalregler**, **Zeigerinstrument** oder **Zustandselement**.
  Zur Aktivierung muss die Eigenschaft **Sollwert absetzen über** des Elements auf *Befehlsgabe* konfiguriert werden.
- Aufruf über ein Kontextmenü, wenn die Eigenschaft **Aktionstyp** den Wert *Befehlsgabe* hat. Für eventuelle Interaktion mit dem Benutzer (z.B. anstehende Verriegelung) wird das Befehlsgabebild geöffnet.
  Hinweis: Sie finden diese Eigenschaft in der Gruppe **Darstellung/Typ** der Menüeigenschaften.
- Aufruf über das **Modul Schaltfolgen**.

> **Tipp**
>
> Verlinken Sie alle Bildelemente oder Funktionen, die die Befehlsgabe aufrufen, immer mit einer Rückmeldevariable.
>
> Nur durch die Verlinkung mit einer Rückmeldevariable ist sichergestellt, dass alle Aktionen im Bild vom Typ *Befehlsgabe* für die Bedienung in der Runtime zur Verfügung stehen.
>
> Eine Verlinkung mit einer Befehlsvariable wird ausdrücklich nicht empfohlen!

Sobald die Variable mit einer Befehlsgruppe verknüpft wurde, ist die direkte Sollwertvorgabe nur über ein zenon Bild vom Typ *Befehlsgabe* oder einem Kontextmenü vom Typ *Befehlsgabe* möglich. Ausnahme: Enthält die Befehlsgruppe eine Aktion **Sollwertvorgabe** mit **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** '*Sollwert*', wird diese Aktion für die Befehlsvariablen (nicht Rückmeldevariablen) benutzt.

Dies geschieht:

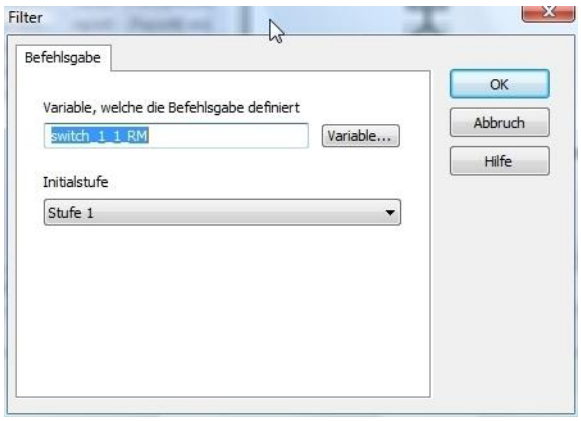
- beim Aufruf der Funktion **Sollwert setzen/modifizieren**.
- beim Aufruf über ein Bildelement; auch wenn die Eigenschaft **Sollwert absetzen über** des Elements den Wert *Eingabemaske* oder *Element* hat.
- beim Aufruf über ein Kontextmenü von Typ *Sollwert*.

Dabei wird das Statusbit *NET_SEL* der Rückmeldevariable nicht berücksichtigt und es wird kein Select ausgeführt.

> **Achtung**
>
> Bei dieser Art der Ausführung verhindert eine anstehende Verriegelungsbedingung in der **Sollwertvorgabe** Aktion das Schreiben eines Sollwertes. Dabei erfolgt keine Interaktion mit dem Benutzer.

5.3.3.4.1Funktion Bildumschaltung auf Bild vom Typ Befehlsgabe

Wenn bei der Funktion **Bildumschaltung** als Bild ein Bild vom Typ *Befehlsgabe* ausgewählt wird, erhält der Konfigurationsdialog für die Bildumschaltfunktion folgende Parameter:



Parameter	Beschreibung
Variable welche die Befehlsgabe definiert	Die hier projektierte Variable definiert die zu verwendende Befehlsgruppe. Über den Namen der Variable ermittelt das Bild die passende Rückmeldevariable und die damit verknüpfte Aktionsvariable.

Parameter	Beschreibung
Initialstufe	Definiert den Schritt (Zustand) in welchem das Befehlsgabebild aufgeschaltet wird. ▸ *Stufe 1* Das Bild wird aufgeschaltet und wartet auf Aktionsdefinition und Ausführung. Aktionsausführungen müssen manuell durch den Benutzer durchgeführt werden. ▸ *Sperre* Das Bild wird im Befehlsschritt für die Aktionssperre geöffnet. **Hinweis:** Mit dieser Initialstufe sind nicht alle projektierten Kontrollelemente sichtbar. Eine Übersicht über sichtbare Kontrollelemente finden Sie im Kapitel Blockierte oder gesperrte Elemente (auf Seite 204).

Achtung

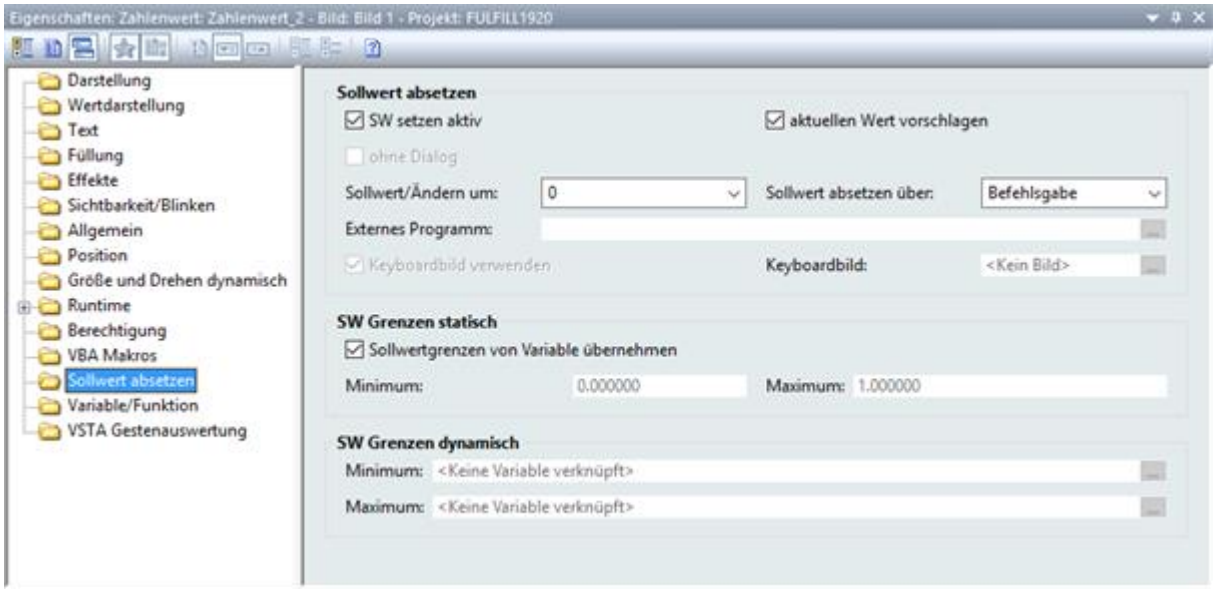
Bei fehlender Bedienberechtigung der Kommandovariable ist eine Bildumschaltung auf ein Bild vom Typ *Befehlsgabe* nicht möglich.

5.3.3.4.2 Befehlsgabe über dynamische Bildelemente

Die Befehlsgabe kann durch Anklicken (linke Maustaste) eines dynamischen Bildelements angestoßen werden. Im Regelfall handelt es sich dabei um ein Combi-Element mit einem Symbol eines Schalters in der Topologie oder ein Zahlenwert-Element, das den Wert der Position (*0* - aus, *1* - ein, *3* - gestört etc.) des Schalters darstellt. Das dynamische Bildelement sollte dafür:

- in der Eigenschaft **Sollwert setzen über** mit *Befehlsgabe* konfiguriert werden
- und mit einer Rückmeldevariable (bzw. Aktionsvariable) verknüpft werden. Also mit einer Variable die - über die Eigenschaft **Befehlsgruppe** - mit einer gültigen Befehlsgruppe konfiguriert wurde, so wie auch eine passende Aktionsvariable (bzw. Rückmeldevariable).

Das zu öffnende Bild - vom Typ *Befehlsgabe* - ist bei der **Befehlsgruppe** der beim Element verknüpften Variablen definiert. Die entsprechende Aktionsvariable (bzw. Rückmeldevariable) wird automatisch aus der Befehlsgruppe ermittelt.



Info

Bei der gewählten Einstellung *Befehlsgabe* wird das Befehlsgabebild an Stelle des Standarddialogs *Sollwert setzen* aufgeschaltet.

Folgende Dynamische Elemente unterstützen die Einstellung *Befehlsgabe*:

- Bargraf
- Combi-Element
- Textelement
- Uhr
- Universalregler
- Zahlenwert
- Zeigerinstrument
- Zustandselement

Wenn die mit dem Element verknüpfte Variable keine **Befehlsgruppe** definiert hat, oder die Konfiguration der Befehlsgabe ungültig (z.B. unvollständig) ist, wird ein Fehlereintrag für den Diagnosis Viewer erzeugt. Das Bild wird dann nicht geöffnet.

Info

Wenn eine Variable mit einer Befehlsgruppe verknüpft ist, kann man die Variable nicht mit der zenon Funktion **Sollwert setzen/modifizieren** beschreiben.

Ausnahme: Wenn in derselben Befehlsgruppe auch eine Aktion *Sollwertvorgabe* (auf Seite 146) mit **Schaltrichtung** *Sollwert* angelegt wurde, dann ruft die zenon Funktion diese Aktion im Hintergrund auf, ohne dass das Bild *Befehlsgabe* aufgeschaltet wird. Das heißt, die **Befehlsbedingungen** (auf Seite 167) werden überprüft (jedoch weder **Interne**, noch **Topologische Verriegelungsbedingungen**). Eine anstehende Verriegelungsbedingung verhindert das Schreiben eines Sollwertes. Während der Ausführung der Aktion wird das Statusbit *NET_SEL* nicht gesetzt und die Variableneigenschaft **Select Before Operate** wird ignoriert.

Das gilt auch für die Werteingabe einer Variablen, die mit einem dynamischen Bildelement verknüpft ist, wenn für die Eigenschaft **Sollwert absetzen über** *Element* gewählt wurde.

5.3.3.4.3 Befehlsgabe über Kontextmenü

Die Befehlsgabe kann auch über ein Kontextmenü direkt am Element - Eigenschaft **Runtime - Kontextmenü** - angestoßen werden. Dabei handelt es sich um die am meisten verwendete Einsatzvariante. Das Kontextmenü stellt in diesem Zusammenhang bereits die erste Stufe der zweistufigen Aktionen dar. Für die zweite Stufe (**Ausführen** oder **Abbrechen**), oder eine Verriegelung, wird eventuell ein Bild geöffnet - das bei der Aktion verknüpft wurde.

Das Menü muss über einen Eintrag vom Aktionstyp **Befehlsgabe** verfügen. Die Anzeige der einzelnen Aktionen wird automatisch durch das Menü definiert. Abhängig vom '**Namen**' des Menü-Eintrages kann dabei selektiv die Anzeige der Aktionen beeinflusst werden.

Beim Erzeugen einer neuen Aktion in der Befehlsgabe (auf Seite 101), wird eine Menü-ID entsprechend des Aktionstyps und der Schaltrichtung für die Eigenschaft **Aktionstyp** erzeugt und in der Dropdownliste angeboten. Entspricht der Inhalt einer für den Aktionstyp und die Schaltrichtung als Standardtext definierten ID, dann wird der Inhalt angepasst, wenn sich der Aktionstyp oder die Schaltrichtung ändern.

Um ein Kontextmenü für die Befehlsgabe zu erstellen:

1. erstellen Sie in der Befehlsgabe (auf Seite 101) die gewünschten Aktionen
2. wählen Sie in den Eigenschaften des Kontextmenü-Eintrags den **Aktionstyp Befehlsgabe**
3. wählen Sie mit der Eigenschaft **Menü ID** die gewünschte Aktion und Schaltrichtung über die Dropdownliste

4. vergeben Sie in der Eigenschaft **Text** eine eindeutige Bezeichnung
   Hinweis: Wird für **Text** kein Eintrag definiert, wird das Feld automatisch mit der Bezeichnung "**Befehlsgabe**" gefüllt.

> **Achtung**
>
> Die Projektierung in der Eigenschaft **Text** muss eindeutig sein. Werden gleiche Texte vergeben, werden weitere Menüpunkte mit gleichem Text nicht angezeigt.
>
> Da automatisch erzeugte Menüpunkte mit gleicher Aktion den gleichen Text ergeben, stehen für diese Makros (auf Seite 163) zur Verfügung.
>
> Die Zeichenfolge ID_CMD_AUTO ist für automatisch erzeugte Menüpunkte reserviert. Diese müssen immer mit Makros verwendet werden, da sonst nur der Menüpunkt eingefügt wird.
>
> Beim Überprüfen auf doppelte Einträge gelten folgende Regeln:
>
> - Manuelle Menüpunkte haben Priorität gegenüber automatischen.
> - Bei gleichem Typ hat der letzte Eintrag doppelte Priorität.
> - Wenn ein doppelter Eintrag gefunden wird, erfolgt eine Warnung im Log. Diese enthält die Menü-ID und Bezeichnung. Automatisch expandierte Einträge haben bei der ID den Zusatz **<auto>**.

AKTIONEN FÜR AKTIONSTYP BEFEHLSGABE

Aktion	Schaltrichtung	Menü-ID
ID_CMD_AUTO		Dieser Menüpunkt zeigt automatisch alle möglichen Aktionen für ein Element an, sofern kein direkter Menüpunkt aus der Liste bereits verwendet wird.
Pulsbefehl	EIN (1)	ID_CMD_EBEF_ON
Pulsbefehl	AUS (1)	ID_CMD_EBEF_OFF
Pulsbefehl	KEINE	ID_CMD_EBEF_NONE
Schaltbefehl	EIN (1)	ID_CMD_DBEF_ON
Schaltbefehl	AUS (2)	ID_CMD_DBEF_OFF
Schaltbefehl	KEINE	ID_CMD_DBEF_NONE
Sollwert	KEINE	ID_CMD_SVALUE
Sollwert	DIREKT	ID_CMD_SVALUE_DIR

Aktion	Schaltrichtung	Menü-ID
Statusvorgabe	KEINE	ID_CMD_STATE
Statusvorgabe	EIN (1)	ID_CMD_STATE_ON
Statusvorgabe	AUS (0)	ID_CMD_STATE_OFF
Ersetzen	KEINE	ID_CMD_REPL_NONE
Ersetzen	EIN (1)	ID_CMD_REPL_ON
Ersetzen	AUS (0)	ID_CMD_REPL_OFF
Ersetzen	STÖR	ID_CMD_REPL_DEF
Ersetzen	DIFF	ID_CMD_REPL_DIFF
Nachführen	KEINE	ID_CMD_UPD_NONE
Nachführen	EIN (1)	ID_CMD_UPD_ON
Nachführen	AUS (0)	ID_CMD_UPD_OFF
Nachführen	DIFF	ID_CMD_UPD_DIFF
Nachführen	STÖR	ID_CMD_UPD_DEF
Nachführen	DIREKT	ID_CMD_UPD_DIR
Blockieren	KEINE	ID_CMD_BLOCK
Freigeben	KEINE	ID_CMD_UNLOCK
Sperren	KEINE	ID_CMD_LOCK
Revision	AUS (0)	ID_CMD_REV_OFF
Revision	EIN (1)	**ID_CMD_REV_ON**
Zwangsbefehl	EIN (1)	ID_CMD_FORCE_ON
Zwangsbefehl	Aus (0)	ID_CMD_FORCE_OFF
Zwangsbefehl	KEINE	ID_CMD_FORCE_NONE

BENENNUNGEN DER MENÜPUNKTE FÜR DAS KONTEXTMENÜ

AUTOMATISCHE ERZEUGUNG

Kontextmenü-Einträge, die über *ID_CMD_AUTO* erzeugt werden, erhalten automatisch einen Namen nach dem Schema: '*Aktionsnamen*' plus '*Grenzwerttext der Schaltrichtung*'.

MANUELL AUS TABELLE

Werden die Menü-Einträge aus der Tabelle erzeugt, muss für jede Aktion bei der Eigenschaft **Darstellung/Typ** ein Text für den Eintrag im Kontextmenü projektiert werden.

Namen für die Menüpunkte:

- *Befehl*
- *Sollwert*
- *Status*
- *Ersetzen*
- *Freigeben*
- *Nachführen*
- *Blockieren*
- *Sperre*
- *Revision*

AKTIONSTEXTE

Aktion	Text
Pulsbefehl Schaltbefehl	Text wird aus dem Grenzwert, entsprechend der Schaltrichtung, übernommen.
Nachführen Ersetzen	Wird eine Schaltrichtung (ungleich zu 'keine') definiert, wird der Text aus dem Grenzwert entsprechend der Schaltrichtung angezeigt.
Status	'AUS' oder 'EIN' abhängig von der eingestellten Schaltrichtung.
Revision	Text aus dem Grenzwert entsprechend der Schaltrichtung.
Sonstige	Es wird kein spezieller Aktionstext angezeigt.

Beispiel

Angezeigter Text für einen Schaltbefehl mit definiertem Grenzwert:

'Befehl: Schaltrichtung EIN'

Info

- Alle angezeigten Texte sind mit den Standard-Mechanismen sprachumschaltbar. Siehe dazu auch: Welche Texte sind sprachumschaltbar?
- Alle angezeigten Menü Einträge werden automatisch alphabetisch sortiert.

Die aktuell zu verwendende Befehlsgruppe wird über die Variable ermittelt, die mit dem Bildelement verknüpft ist. Wenn die Variable keine Befehlsgruppe zugeordnet hat oder die Rückmeldevariable nicht existiert, wird das Kontextmenü in der Runtime nicht angezeigt (eine entsprechende Fehlermeldung wird am Diagnosis Server eingetragen).

Info

In Abhängigkeit von der Befehlsgruppe werden die Menüpunkte der Befehlsgabe dargestellt. Der Menüpunkt wird nur angezeigt, wenn die mit ihm verbundene Aktion existiert. Daraus ergibt sich, dass wenn die Variable des Elements die Befehlsvariable ist, nur **die** Aktionen für die Befehlsvariable, plus Aktion *Sperre* angezeigt werden können. Aktionen für die Rückmeldevariable werden automatisch ausgeblendet.

VERFÜGBARKEITSBEDINGUNGEN

Die Menüpunkte werden nur freigegeben, wenn die entsprechenden Aktionen ausführbar sind. Folgende Bedingungen sind Voraussetzung:

- Alle Menüpunkte sind gesperrt, wenn bei der Rückmeldevariable das Statusbit *NET_SEL* aktiv ist.
- Alle Menüpunkte sind gesperrt, wenn die Rückmeldevariable nicht ermittelt werden konnte.
- Alle Menüpunkte sind gesperrt, wenn die Rückmeldevariable keinen Wert hat und dieser auch nicht innerhalb 30 Sekunden angefordert werden konnte.
- Am Web Client ohne Schreibberechtigung sind die Menüpunkte gesperrt.
- Die Menüpunkte sind gesperrt, wenn die Verbindung zum Prozessführenden Server fehlt.
- Der Menüpunkt, welcher mit der Aktion *Freigeben* verbunden ist, wird gesperrt, wenn bei der Aktionsvariable nicht das Statusbit *ALT_VAL* aktiv ist.

- Der Menüpunkt, welcher mit der Aktion *Ersetzen* oder *Revision* verbunden ist, dessen Schaltrichtung dem Wert der Aktionsvariable entspricht, ist gesperrt.
- Alle Menüpunkte bis auf jenen welcher mit der Aktion *Sperre* verbunden ist, sind gesperrt, wenn bei der Rückmeldevariable eine Änderungssperre aktiv ist.
- Wenn bei der Rückmeldevariable das Statusbit *REVISION* aktiv ist, sind die Aktionen *Sollwert*, *Ersetzen*, *Nachführen* und *Befehl* gesperrt.
- Solange bei der Befehlsgruppe eine Laufzeitüberwachung, Flankenbildung oder SBO aktiv ist, werden alle Menüpunkte gesperrt. Dies ergibt sich, da das Statusbit *NET_SEL* ebenfalls aktiv bleibt.

5.3.3.4.4 Makros für Kontextmenü

Ein Makro ist eine definierte Zeichenfolge, die bei der Menüpunkterzeugung in der Runtime mit einem Text ersetzt wird. Beinahe alle Makros können pro Menüpunkt mehrfach vorkommen. Sie können auch als Ergebnis weitere Makros beinhalten. Dabei muss die Expansionsreihenfolge beachtet werden. Makros sind bei der Menüprojektierung case insensitive. Wenn Makros als Ergebnis ein Makro beinhalten, muss das Makro in Großbuchstaben im Ergebnis enthalten sein. Die Eingabe erfolgt mit **$** als Prefix und Suffix.

Die Reihenfolge der Expansion erfolgt von links nach rechts in folgender Priorität.

1. **ALL**
2. **$NOTE$**
3. **TAG**
4. **$REMA<Zustand>$**
5. **$RDIR$**
6. **DIR**
7. **ACT**
8. **$NAME$**

Makro	Beschreibung
ALL	Ergibt **Aktionsbenennung: Schaltrichtung**. Entspricht der Kombination der Makros **ACT: DIR** **Hinweis:** Wird ein Kontextmenü für Befehlsgabe angelegt, so ist der Default-Text *ALL*, auch wenn das Menü schon einen Text projektiert hat aber der Aktionstyp zur Befehlsgabe wechselt.
$NOTE$	Der gesamte Text inklusive dem Makro wird als Bemerkung

Makro	Beschreibung
	interpretiert. Ist der resultierende Text leer, wird das Makro **ALL** eingesetzt. Als letztes Makro wird nochmals das Bemerkungsmakro geprüft und der Text rechts davon inklusive Makro gelöscht. Ist der resultierende Text leer oder besteht er nur aus Leerzeichen, wird der Menüpunkt nicht eingefügt.
TAG	Wird durch die Kennung der Aktionsvariable ersetzt. Die Kennung kann durch die Onlinesprachübersetzung übersetzt werden. Wenn kein Übersetzungszeichen (**@**) enthalten ist, wird automatisch die gesamte Kennung zur Übersetzung markiert.
$REMA<Zustand>$	**<Zustand>** ist ein Rema- oder Grenzwertzustand, dessen Text zur Ersetzung verwendet wird. Ist der Zustand nicht vorhanden, wird der Menüpunkt nicht dargestellt. Der Grenzwerttext wird vor der Makroexpansion entsprechend der Platzierung von **@** sprachübersetzt. Zustand kann eine Zahl zwischen -2^{31} und 2^{31-1} sein. Führende Leerzeichen und ein Vorzeichen sind erlaubt. Wenn nicht auf eine Zahl konvertierbare Zeichen enthalten sind oder die Zahl außerhalb des angegebenen Bereiches ist, wird der Menüpunkt nicht dargestellt.
$RDIR$	Text für die Schaltrichtung aus Reaktionsmatrix/Grenzwert wie im Makro **DIR, ausgenommen:** ▸ Aktion *Sollwert setzen direkt* Der Text wird aus Rema/Grenzwert vom Zustand, der dem Wert des zu setzenden Sollwertes entspricht, genommen. ▸ Aktion *Status ein* und *Status aus* Text wird aus Rema/Grenzwert für den Zustand *ein* oder *aus* genommen. ▸ Aktion *Nachführen direkt* Der Text wird aus Rema/Grenzwert vom Zustand, der dem Wert des zu setzenden Sollwertes entspricht, genommen.
DIR	Schaltrichtung der Aktion.
ACT	Aktionsbenennung der Aktion.
$NAME$	Das Makro *$NAME$* kann für die Bildung von Menus verwendet

Makro	Beschreibung
	werden und liefert den projektierten Inhalt der Eigenschaft **Aktionsname**, der auch in der Runtime mit einem @-Zeichen sprachumschaltbar ist.

AUTOMATISCH ERZEUGTE MENÜPUNKTE

Automatisch erzeugte Menüpunkte werden bei ID_CMD_AUTO als Menü-ID erzeugt. In diesem Fall müssen immer Makros verwendet werden, da ansonsten nur ein Menüpunkt eingefügt wird.

KOMPATIBILITÄT

Vor Version 6.51 wurde Text bei automatischen Menüpunkten ignoriert. Bei der Konvertierung von Projekten, die mit Versionen vor 6.51 erstellt wurden, werden vor dem projektierten Text die Makros $ALL$$NOTE$ eingefügt. Damit verhalten sich diese Menüpunkte genauso wie bisher.

ONLINE SPRACHUMSCHALTUNG

Die Beschriftung für den Menüpunkt in der Eigenschaft **Text** wird vor der Makroexpansion ab dem Zeichen **@** sprachübersetzt.

Hinweis: Ist beim Makro **$TAGS$** kein Übersetzungsindikator (**@**) enthalten, wird der komplette Text übersetzt.

5.3.3.4.5 Fehlermeldungen beim Aufschalten den Kontextmenüs

Beim Aufschalten den Menüs in der Runtime, wird dessen Inhalt auf Konsistenz geprüft. Bei auftretenden Fehler werden entsprechende Fehlermeldungen für das **Diagnosis Viewer** ausgegeben. Folgende Meldungen können auftreten:

Parameter	Beschreibung
Menüpunkt für Befehlsgabe unterdrückt da Name mehrfach im Menü!	Das Menü beinhaltet bereits einen Menüpunkt mit einem in der Befehlsgabe verwendeten Bezeichner. Verwenden Sie die bei der Befehlsgabe verwendeten Namen für keine sonstigen Menüpunkte.
Menüpunkt für Befehlsgabe unterdrückt da Benennung mehrfach im Menü!	Es ist bereits ein Menüpunkt mit der gleichen Benennung im Menü. Automatisch erzeugte Menüpunkt werden nicht eingefügt, wenn bereits ein Menüpunkt mit der gleichen Benennung im Menü ist.
Text für Menüeintrag kann nicht ermittelt werden!	Die Benennung eines automatisch erzeugten Menüpunkt konnte nicht ermittelt werden. Dies deutet meist auf einen

Parameter	Beschreibung
	fehlenden Grenzwertext hin.
Keine Befehlsgruppe bei Variable vom Bildelement verknüpft!	Die dem Bildelement zugeordnete Variable hat keine oder eine nicht mehr gültige Befehlsgruppe verknüpft. Entsprechende Fehlermeldungen werden beim Kompilieren ausgegeben.
Rückmeldevariable nicht existent!	Die bei der Befehlsgruppe verwendete Rückmeldevariable existiert nicht.
Select nicht aktivierbar!	Statusbit *NET_SEL*(8) konnte nicht innerhalb der Timeoutzeit aktiviert werden.

5.3.3.4.6 Ausführen von Aktionen über Kontextmenü

Nach Aktivierung eines Menüpunktes für die Befehlsgabe wird die zugeordnete Aktion ausgeführt. Das Ausführen über Menü aktiviert im ersten Schritt das Setzen des Statusbits *NET_SEL*. Nur wenn dies erfolgreich war, wird die Ausführung der eigentlichen Aktion (zum Beispiel die Ausführung der Aktion *Schaltbefehl*) begonnen.

Anschließend öffnet sich ein Bild vom Typ Befehlsgabe, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Wenn die auszuführende Aktion **Sollwertvorgabe**, *Statusvorgabe* mit Eingabe oder *Nachführen* ist, wird das der Aktion zugeordnete Bild im Schritt „Stufe 1" geöffnet. Im Bild kann dann der zu schreibende Sollwert oder Status definiert werden.
- Wenn die auszuführende Aktion *Sperre* ist, wird das aktionsspezifische Bild mit dem Schritt *Sperre* aufgerufen.
- Wenn eine anstehende Verriegelungsbedingung die Ausführung verhindert, wird das bei der Aktion projektierte Bild im Schritt **Entriegelung** aufgerufen. Eine Ausführung wird auch verhindert, wenn **Select Before Operate** nicht fehlerfrei aktiviert werden konnte.
- Wenn eine zweistufige Ausführung bei der Aktion projektiert ist, wird das aktionsspezifische Bild im Schritt „Stufe 2" aufgerufen.
- Wenn bei der Aktion kein spezifisches Bild projektiert wurde, wird das Bild, welches zentral bei der Befehlsgruppe projektiert wurde, geöffnet.

> **Info**
>
> Trifft keine der oben genannten Bedingungen zu, wird die Aktion sofort - ohne weitere Bedienhandlungen - ausgeführt.

5.3.3.4.7 Kontextmenü Sollwert

Ist die einem Bildelement zugeordnete Variable mit einer Befehlsgruppe verknüpft, wird auch das Schreiben eines Sollwertes über die Befehlsgabe abgehandelt. Voraussetzung dafür ist, dass bei der Befehlsgabe eine Aktion *Sollwertvorgabe* mit **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** *Sollwert* vorhanden ist. Fehlt diese, wird das Absetzen des Sollwertes nicht ausgeführt.

> **Info**
>
> Eine anstehende Verriegelungsbedingung verhindert das Schreiben eines Sollwertes.

5.3.3.5 Befehlsbedingungen

Befehlsgruppen beinhalten zum einen die Definition der Schalt-Aktionen, zum anderen auch die Definition der Befehls-Verriegelungsbedingungen. Befehlsbedingungen sind optionale Parameter die Applikation-spezifisch definiert werden können.

Jede Aktion innerhalb einer Befehlsgruppe kann zusätzlich mit **Verriegelungsbedingungen** erweitert werden. Diese prozessgesteuerten Bedingungen verhindern ein ungewolltes Ausführen von Aktionen, abhängig vom aktuellen Prozesszustand.

Für die Befehlsbedingungen sind in einer Befehlsgruppe folgende drei Teile wesentlich:

- Die Aktion, bei der die Bedingungen definiert wurden, und auf die auch die internen Verriegelungen zutreffen.
  Die Aktionen definieren welcher Befehl ausgeführt wird, auf welche Variablen diese Aktionen angewendet werden sollen und parametrieren die internen Verriegelungen.
- Die *Bedingungsvariablen*, aufgelistet im Knoten **Variablen** der Befehlsgruppe.
  Diese definieren, welche Variablen in den Befehlsbedingungen verwendet werden können.
- Die *Befehlsbedingungen*, erstellt pro Aktion.
  Diese Bedingungen beinhalten eine oder mehrere Formeln, die auf Bedingungsvariablen basieren. Dieser Syntax ist gleich wie die Definition der Formeln im Formel Editor. Somit kann das Ausführen von Befehlen zusätzlich vom aktuellen Prozesszustand abhängig gemacht werden.

  > **Info**
  >
  > Projektierten Allgemeine Verriegelungen haben auf diese Prüfung keinen Einfluss.

Zusätzlich zu den Befehlsbedingungen werden vor Aktionsausführung folgende Verriegelungstypen automatisch überprüft:

- Interne Verriegelungsbedingungen
- Topologische Verriegelungsbedingungen

INTERNE VERRIEGELUNGSBEDINGUNGEN

Diese Bedingungen werden vor jeder Aktionsausführung automatisch überprüft, ohne dass der Projektant Einfluss darauf nehmen kann. Diese Interne Verriegelungsbedingungen (auf Seite 170) sind vom System vorgegeben und dienen der Plausibilitätsprüfung.

Beispiel

Eine Interne Verriegelung trifft ein wenn:

- Die Rückmeldevariable ist bereits in zenon Netzwerk ausgewählt (hat *NET_SEL* Statusbit von anderem Netzwerk Client gesetzt).
- Die Rückmeldevariable hat bereits gewünschter Wert und die Aktion wurde mit **Soll/Ist-Vergleich** konfiguriert.
- Im SBO das Select wurde von Steuerung abgelehnt (Statusbits: *SE_870* + *COT_actcon(7)* + *N_CONF*).

TOPOLOGISCHE VERRIEGELUNGSBEDINGUNGEN

Diese Bedingungen ergeben sich aus dem aktuellen topologischen Zustand zur Laufzeit. Die Definition dieser Bedingungen erfolgt in den 'Konfiguration der Topologischen Verriegelungen (auf Seite 37)' Einstellungen des Projekts für **Automatic Line Coloring**.

5.3.3.5.1Befehlsbedingungen definieren

Zu jeder Aktion kann eine beliebige Anzahl von Befehlsbedingungen definiert werden. Durch diese Bedingungen kann die Ausführbarkeit einer Aktion zusätzlich eingeschränkt werden. Diese Bedingungen werden durch Formeln definiert, in denen Variablen aus den aktiven Projekten verwendet werden können. Die Formel spricht dabei die verknüpften Variablen über den Index in der Bedingung an.

Info

Wird als **Verrigelungsvariable** ein Name mit ‚*' Platzhalter verwendet, so wird der Platzhalter bei Ausführen der Aktion automatisch ersetzt.

Wird der **Verriegelungstext** oder die **Logische Verknüpfung** einer bereits existierenden **Befehlsbedingung** gelöscht und die Warnmeldung beim Kompilieren nicht beachtet, wird in der Runtime kein Text im Eintrag in der **Verriegelungsliste** des Befehls-Bild angezeigt, wenn eine Aktion mit genau diesen Einstellungen ausgeführt wurde. Die Verriegelung ist aber aktiv.

Hinweis: In der Runtime ist ein fehlender Text - im Eintrag in der Liste **Alle Verriegelungen** oder im **Verriegelungstext** Bildelement - auf die fehlerhafte Konfiguration der Befehlsbedingung zurückzuführen.

VERRIEGELUNGSBEDINGUNGEN

Sie können Verriegelungsbedingungen erstellen und mit Aktionen verknüpfen. Diese Verriegelungsbedingungen verwenden Variablen, die im Knoten **Variablen** der Befehlsgruppe verknüpft sind.

Allgemeine Informationen zu Verriegelungsbedingungen:

- Sie können den Platzhalter ***** im Namen der mit der Befehlsgruppe verknüpften Variable verwenden, ähnlich wie bei RV- und CO-Variablen. In der Runtime wird dann das ***** Zeichen durch den gleichen Text wie *** Teil des Antwort- und Befehlsvariablennamens** ersetzt.
- Wenn in der Laufzeit eine Verriegelungsbedingung die Ausführung des Befehls verhindert, dann wird der Benutzer im Befehlsbildschirm über das Steuerelement **Verriegelungstext** oder **Verriegelungsliste** mit dem von Ihnen im Editor definierten Text informiert.
- Ein Benutzer mit entsprechender Berechtigungsstufe kann dann noch die Ausführung erzwingen (Steuerelement **Entsperren** oder **Alle entsperren**), aber nur, wenn Sie definieren, dass diese bestimmte Bedingung **Entsperrbar** ist. Bedingungen ohne diese Einstellung können von den Benutzern nicht überstimmt werden.
- Jede Aktion kann einen eigenen Satz von Verriegelungsbedingungen haben, z.B. kann die Aktion zum Schließen andere Bedingungen als Aktion zum Öffnen des Schalters haben. Welche Bedingungen dann vor der Ausführung überprüft werden, entscheidet nicht die Schaltfläche im Bild, sondern die Aktion. So schützt die Verriegelung auch die Ausführung, wenn der Benutzer in der Runtime die Aktion bereits über das Kontextmenü und nicht über den Befehlsbildschirm auswählt.
- Im Editor können Sie Verriegelungsbedingungen von Aktionen kopieren und bei anderen Aktionen einfügen. Dies funktioniert auch bei Aktionen in verschiedenen Befehlsgruppen.

BEDINGUNGSVARIABLE DEFINIEREN

In einem ersten Schritt müssen die Variablen oder Ersatznamen der Variablen projektiert werden. Diese werden später bei den Formeln der Befehlsbedingungen verwendet. Werden zur Laufzeit die definierten Bedingungen durch die verknüpften Prozessvariablen erfüllt, stehen dem Anwender die jeweiligen Aktionen zur Verfügung.

Info

In einer Formel verwendete Variablen können nicht aus dem Knoten **Variablen** der Befehlsgruppe entfernt werden:

- in einer **Befehlsbedingung**
- in der Schalterfallerkennung - **Erkennungsunterdrückung**

PROJEKTIERUNG

Die Definition einer Befehlsbedingung erfolgt durch Formeln. Nicht erfüllte Bedingungen bewirken dass in der Runtime die Aktion nicht ausgeführt wird oder zuerst durch den Benutzer entriegelt werden muss. Der Benutzer muss dafür die entsprechende **Berechtigungsebene zur Entriegelung** haben.

Um eine Befehlsbedingung zu definieren, empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

1. Gehen Sie zum Knoten **Variablen** in der Detailansicht der Befehlsgabe.
   a) Wählen Sie im Kontextmenü den Eintrag **Variable hinzufügen...**.
   a) Der Variablenauswahldialog wird geöffnet.
2. Wählen Sie eine Prozessvariable.
   Diese Variable dient als Grundlage für die Formeln der Befehlsbedingungen.

   Optional:
   Erzeugen Sie eine ersetzbare Definition:

   a) Brechen Sie dazu den Variablenauswahldialog mit Klick auf die Schaltfläche **Keine Auswahl** ab.
      Eine leere Definition wird erzeugt.
   b) Geben Sie im Eingabefeld der Eigenschaft **Verriegelungsvariable** den Namen mit dem Platzhalter ***** ein.
      Dadurch wird die automatische Ersetzung projektiert.
3. Gehen Sie zu einer bereits bestehende Aktion.
4. Wählen Sie im Kontextmenü den Eintrag **Verriegelungsbedingung neu**.
5. Definieren Sie die gewünschte Formel in der Eigenschaft **Logische Verknüpfung**.

5.3.3.5.2 Interne Verriegelungsbedingungen

Mit Hilfe der internen Verriegelungsbedingungen werden die grundlegenden Voraussetzungen für die Aktionsausführung geprüft (Plausibilitätsprüfung). Die Ergebnisse, beziehungsweise das Ansprechen einer Verriegelung, wird in der Runtime im Bild vom Typ *Befehlsgabe* im Bildelement **Verriegelungstext** angezeigt.

Parameter	Beschreibung
Zustand schon vorhanden	Zu setzender Zustand entspricht bereits dem aktuellen Wert der Rückmeldevariable. Diese Überprüfung ist nur aktiv, wenn für die Aktion die Eigenschaft **Soll/Ist-Vergleich** aktiviert wurde. Diese Verriegelung ist entriegelbar; soweit der Benutzer eine Berechtigung dazu hat - entsprechend der Eigenschaft **Berechtigungsebene zur Entriegelung** der Aktion.
Interner Fehler aufgetreten	Befehlsgabe kann die Prüfung nicht ausführen. Tritt auf, wenn der Datentyp der Aktionsvariable für diese Aktion nicht erlaubt ist. **Beispiel:** Aktion *Pulsbefehl Ein* für Stringvariablen. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.
Kein Verriegelungsobjekt	**Befehlsgruppe** konnte nicht ermittelt werden (Projektierungsfehler). Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.
Aktion nicht definiert	Auszuführende Aktion konnte nicht ermittelt werden (Projektierungsfehler). Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.
Differenz zwischen lokaler und globaler Verriegelung	Pulsbefehl Parameter nicht konsistent (Projektierungsfehler). Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.
Ein oder mehrere Werte sind nicht verfügbar	Wert der Bedingungsvariable ist: ▸ nicht verfügbar (**Verriegelungscode:** 14) ▸ gestört - Statusbit INVALID (**Verriegelungscode:** 15) Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.

Parameter	Beschreibung
Sperrverwaltung nicht gültig	Die Verwaltung der *Sperren* konnte nicht geladen werden und ist ungültig. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.
Variable für Änderung gesperrt	Befehlsgabe durch die Rückmeldevariable - Statusbit *M1* - gesperrt. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar. **Hinweis**: Mit Aktionstyp *Sperre* können Sie im Befehlsgabebild das Ändern von Variablen sowohl sperren wie entsperren.
SBO abgelehnt	Die Aktivierung des Select wurde von der Steuerung abgelehnt. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar. **Hinweis**: Nur die Energy Treiber signalisieren die Ablehnung des Select - die Aktionsvariable bekommt die Statusbits *COT_actcon(7) + N_CONF + SE_870*.
Timeout bei SBO Aktivierung	Innerhalb des projektierten **Timeout**s wurde von der Steuerung keine Bestätigung - weder positiv noch negativ - für Select Aktivierung erhalten. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar. **Hinweis**: Nur die Energy Treiber unterstützen Select Aktivierung - die Aktionsvariable bekommt die Statusbits *COT_act(6) + SE_870*.
Timeout bei SBO Deaktivierung	Innerhalb des projektierten **Timeout**s wurde von der Steuerung keine Bestätigung - weder positiv noch negativ - für die Deaktivierung (Cancel zum Select) erhalten. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar.
Timeout bei Ausführung	Die Aktionsausführung wurde nicht innerhalb des projektierten **Timeout**s als beendet gemeldet. Bei der Rückmeldevariable wird das Statusbit *TIMEOUT* gesetzt. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar. **Hinweis**: was erfüllt sein muss um die Aktion abzuschließen bestimmt die **Laufzeitüberwachung** der **Befehlsgruppe**.

Parameter	Beschreibung
SBO abgelaufen	Die Steuerung hat den Ablauf der Zeit für die SBO Aktivierung gemeldet. Die zweite Ausführungsstufe wird erneut versuchen ein Select zu senden. Diese Verriegelung ist nicht entriegelbar. **Hinweis**: Ob eine Steuerung das Select-Timeout melden kann, bestimmt das jeweilige Kommunikationsprotokoll. Wenn ja, dann signalisieren die Energy Treiber den Ablauf des Select - die Aktionsvariable bekommt die Statusbits *COT_actterm(10) + N_CONF + SE_870*.

Hinweis: Die Nummern der internen Verriegelungsbedingungen sind auch in der **System Treiber** Variable *[Befehlsgabe] Verriegelungscode* abgebildet, wenn diese Variable im Projekt angelegt wurde.

5.3.3.6 Formeleditor

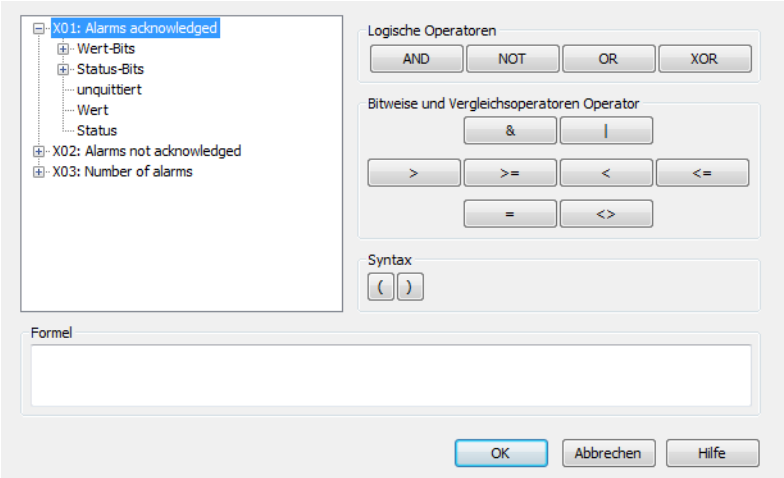
Der Formeleditor unterstützt bei der Erstellung von Formeln mit logischen oder vergleichenden Operatoren beim Combi-Element, bei Verriegelungen und Befehlsgabe. Werden für eine Formel zusätzliche Variablen benötigt, erstellen Sie diese im Bereich **Formelvariablen** des Zustandsfensters mit Klick auf die Schaltfläche **Hinzufügen**. Vorhandene Formeln werden in der Zustandsliste durch den Buchstaben **F** angezeigt.

Hinweis zur Eingabe von Nachkommastellen:

- Dezimaltrennzeichen: Komma (,) wird automatisch durch Punkt (.) ersetzt
- Null als Nachkommastelle wird automatisch entfernt, aus *23.000* wird automatisch *23*

FORMEL ERSTELLEN

Klicken Sie im Zustandsfenster auf die Schaltfläche **Formel**. Der Formeleditor öffnet sich



Im linken Fenster wählen Sie die Bits für Ihre Formel aus.

Rechts finden Sie die Operatoren für logische und vergleichende Operationen.

Im Bereich **Formel** wird die erstellte Formel angezeigt.

> **Info**
>
> Es können bis zu 99 Variablen in einer Formel verknüpft werden. X01 bis X99.
> Die Länge der Formel darf dabei 4096 Zeichen nicht überschreiten.

DIE BEDEUTUNG DER BITS:

Parameter	Beschreibung
Wert-Bits	Es stehen 32 Wert-Bits (von 0 -31) zur Verfügung. Sie beschreiben den Variablenwert bitweise. Für binäre Variablen hat nur das Bit *0* Bedeutung, für SINT und USINT die Bits *0-7* usw... **Hinweis:** Die Auswertung bezieht sich immer auf den Rohwert (Signalbereich) der Variablen und nicht auf den umgerechneten Messwert.
Status-Bits	Stellt die gängigsten Status-Bits zur Verfügung. Die genaue Definition und Verwendung der Status-Bits finden Sie in der Liste Status-Bits (auf Seite 175).
unquittiert	**Unquittiert** wird wie ein ganz normales Status-Bit behandelt, wird hier aber separat angeführt, da es nicht zu den klassischen Variablen Status gehört.
Wert und Status	Alle Werte (Wert-Bits und Status-Bits) in den Formeln werden als Binärwerte betrachtet und können dann logisch mit UND oder ODER sowie anderen logischen Ausdrücken verbunden werden. Eine Ausnahme bilden der Gesamtwert und der Gesamtstatus. Damit man bei diesen auf einen Booleschen Ausdruck kommt, muss man den Gesamtwert zuerst mit einer Konstante *bitweise* verodern (auf Seite 180). Dazu wird der Operator & verwendet. Bei Ergebnis *0* (*FALSE*) der bitweisen Veroderung ergibt sich der Binärwert *0* (*FALSE*), ansonsten *1* (*TRUE*). Beispiel: Siehe Kapitel Beispiel bitweise Veroderung (auf Seite 180).

Info

Die Status-Bits NORM und N_NORM sind nur hier im Formeleditor verfügbar und nicht über den Zustand projektierbar.

Werden außerhalb des Formeleditors andere Einstellungen für den aktuellen Zustand gemacht, so werden diese mit der Formel mit einem logischen UND verknüpft.

Für Beispiele siehe Abschnitt Beispiele für Formeln (auf Seite 181).

Info

Formeln mit binären X-Werten und bitweiser Verknüpfung können mit maximal 2 binären Werten benutzt werden. Werden mehr Werte benötigt, muss die Verknüpfung ohne binäre X-Werte erfolgen.

Beispiel:

X01.Value & X02.Value -> funktioniert

X01.Value & X02.Value & X03.Value -> funktioniert nicht

Aber:

X01.00 AND X02.00 AND X03.00 AND X04.00 AND X05.00 -> funktioniert

5.3.3.6.1Liste Status-Bits

Bitnummer	Kurzbezeichner	Langbezeichnung	zenon Logic Bezeichner
0	M1	Benutzerstatus 1, oder Aktionstyp Sperre (auf Seite 152) bei Befehlsgabe, oder Service Tracking des IEC 850 Treibers.	_VSB_ST_M1
1	M2	Benutzerstatus 2	_VSB_ST_M2
2	M3	Benutzerstatus 3	_VSB_ST_M3
3	M4	Benutzerstatus 4	_VSB_ST_M4
4	M5	Benutzerstatus 5	_VSB_ST_M5
5	M6	Benutzerstatus 6	_VSB_ST_M6

Bitnummer	Kurzbezeichner	Langbezeichnung	zenon Logic Bezeichner
6	M7	Benutzerstatus 7	_VSB_ST_M7
7	M8	Benutzerstatus 8	_VSB_ST_M8
8	NET_SEL	Select im Netzwerk	_VSB_SELEC
9	REVISION	Revision	_VSB_REV
10	PROGRESS	In Bedienung	_VSB_DIREC
11	TIMEOUT	Befehl Laufzeit-Überschreitung (command runtime exceeded)	_VSB_RTE
12	MAN_VAL	Handwert	_VSB_MVALUE
13	M14	Benutzerstatus 14	_VSB_ST_14
14	M15	Benutzerstatus 15	_VSB_ST_15
15	M16	Benutzerstatus 16	_VSB_ST_16
16	GI	Generalabfrage	_VSB_GR
17	SPONT	Spontan	_VSB_SPONT
18	INVALID	Ungültig	_VSB_I_BIT
19	T_STD_E	Standardzeit (Winterzeit) extern **Achtung:** bis Version 7.50 war dies das Statusbit T_CHG_A	_VSB_SUWI
20	OFF	Abgeschaltet	_VSB_N_UPD
21	T_EXTERN	Echtzeit - externer Zeitstempel	_VSB_RT_E
22	T_INTERN	Interner Zeitstempel	_VSB_RT_I
23	N_SORTAB	Nicht sortierfähig	_VSB_NSORT
24	FM_TR	Störmeldung Trafowert	_VSB_DM_TR
25	RM_TR	Laufmeldung Trafowert	_VSB_RM_TR
26	INFO	Info der Variable	_VSB_INFO
27	ALT_VAL	Ersatzwert	_VSB_AVALUE
28	RES28	Reserviert für interne	_VSB_RES28

Bitnummer	Kurzbezeichner	Langbezeichnung	zenon Logic Bezeichner
		Verwendung (Alarmblinken)	
29	N_UPDATE	Nicht aktualisiert (zenon Netzwerk)	_VSB_ACTUAL
30	T_STD	Standardzeit intern	_VSB_WINTER
31	RES31	Reserviert für interne Verwendung (Alarmblinken)	_VSB_RES31
32	COT0	Übertragungsursache Bit 1	_VSB_TCB0
33	COT1	Übertragungsursache Bit 2	_VSB_TCB1
34	COT2	Übertragungsursache Bit 3	_VSB_TCB2
35	COT3	Übertragungsursache Bit 4	_VSB_TCB3
36	COT4	Übertragungsursache Bit 5	_VSB_TCB4
37	COT5	Übertragungsursache Bit 6	_VSB_TCB5
38	N_CONF	Negative Bestätigung des Kommandos durch Gerät (IEC 60870 [P/N])	_VSB_PN_BIT
39	TEST	Test-Bit (IEC 60870 [T])	_VSB_T_BIT
40	WR_ACK	Schreiben bestätigt	_VSB_WR_ACK
41	WR_SUC	Schreiben erfolgreich	_VSB_WR_SUC
42	NORM	Normalzustand	_VSB_NORM
43	N_NORM	Abweichung Normalzustand	_VSB_ABNORM
44	BL_870	IEC 60870 Status: *blocked*	_VSB_BL_BIT
45	SB_870	IEC 60870 Status: *substituted*	_VSB_SP_BIT
46	NT_870	IEC 60870 Status: *not topical*	_VSB_NT_BIT
47	OV_870	IEC 60870 Status: *overflow*	_VSB_OV_BIT
48	SE_870	IEC 60870 Status: *select*	_VSB_SE_BIT
49	T_INVAL	Externer Zeitstempel ungültig	nicht definiert
50	CB_TRIP	Schalterfall erkannt	nicht definiert

Bitnummer	Kurzbezeichner	Langbezeichnung	zenon Logic Bezeichner
51	CB_TR_I	Schalterfallerkennung inaktiv	nicht definiert
52	OR_DRV	Wert außerhalb des gültigen Bereiches (IEC 61850)	nicht definiert
53	T_UNSYNC	ClockNotSynchronized (IEC 61850)	nicht definiert
54	PR_NR	In Prozess-Rekorder nicht aufgezeichnet	nicht definiert
55	T_DEV	Projektierte Zeitabweichung zwischen internen und externen Zeitstempel erreicht.	nicht definiert
56	RES56	reserviert	nicht definiert
57	RES57	reserviert	nicht definiert
58	RES58	reserviert	nicht definiert
59	RES59	reserviert	nicht definiert
60	RES60	reserviert	nicht definiert
61	RES61	reserviert	nicht definiert
62	RES62	reserviert	nicht definiert
63	RES63	reserviert	nicht definiert

Info

In Formeln stehen alle Statusbits zur Verfügung. Für andere Verwendungen kann die Verfügbarkeit eingeschränkt sein.

Details zur Statusverarbeitung lesen Sie im Kapitel Statusverarbeitung.

5.3.3.6.2 Logische Operatoren

Logische Verknüpfungen: Variablen werden nur auf den logischen Wert '0' überprüft, ist der Wert ungleich '0', wird er mit '1' definiert.

Im Unterschied zur Bitformel kann der technische Bereich durch einen Streckungsfaktor verändert werden -> ungleich '0' oder '1'.

Operator	Bedeutung
AND	logisch 'UND'
NOT	Negation
OR	logisch 'ODER'
XOR	logisch 'EXKLUSIV ODER'

Die Operatoren haben in der Formelberechnung folgende Priorität:

Priorität	Operator
1	& (Operator für Bitformeln (auf Seite 179))
2	NOT
3	AND
4	XOR/OR

Info

Es können bis zu 99 Variablen in einer Formel verknüpft werden. X01 bis X99.

Info

Die Status-Bits NORM und N_NORM sind nur hier im Formeleditor verfügbar und nicht über den Zustand projektierbar.

5.3.3.6.3 Bitformeln

Bitformeln besitzen nur einen logischen Low- oder Highzustand. Im Unterschied zu logischen Formeln ist der Rohwert bereits fix vordefiniert (**0**,*1*).

Operator	Beschreibung
&	AND
|	OR

5.3.3.6.4 Beispiel bitweise Veroderung

Sie wollen abfragen, ob eines der Anwenderstatus Bits 1-8 (M1 … M8) von der Variable X01 gesetzt ist.

NORMALE FORMEL:

X01.M1 OR X01.M2 OR X01.M3 OR X01.M4 OR X01.M5 OR X01.M6 OR X01.M7 OR X01.M8
Diese Abfrage kann durch die bitweise Veroderung des Gesamtstatus wesentlich erleichtert werden.

BITWEISE VERODERUNG

X01.Status & 0xFF

Die Konstante kann, wie oben beschrieben, Hexadezimal eingegeben werden:

0xFF entspricht dezimal *255*, das sind die ersten acht Statusbits (Binär 11111111). Steht eines dieser Bits auf *1*, dann ist das Ergebnis dieser bitweisen Veroderung *1* (True), ansonsten *0* (False).

Sollen z. B. alle Anwender Status-Bits außer dem Anwender Status-Bit M7 abgefragt werden, wäre der Binäre Ausdruck dafür: 10111111. Bit 7 ist nicht interessant, steht daher auf *0*. Das entspricht Hexadezimal 0xBF. Der Ausdruck für die Formel ist dann: **X01.Status & 0xBF**.

Statt mit einer Konstante bitweise zu verodern, kann man den Wert auch direkt mit einer dezimalen Zahl vergleichen. Ist ein Vergleich falsch, ergibt sich der Binärwert *0* (False), ansonsten *1* (True).

Beispiel:

Sie wollen abfragen, ob ein Wert der Konstanten *202* entspricht. Die Formel lautet:

X01.Wert = 202

Entspricht der Wert der Konstanten *202*, so ist das Ergebnis dieses Vergleiches *1* (*True*), ansonsten *0* (*False*).

Hinweis: Die bitweise Veroderung funktioniert mit dem Oder-Zeichen (**|**), gleich wie in diesem Beispiel.

5.3.3.6.5 Vergleichsoperatoren

Vergleichsoperatoren dienen zum direkten Vergleich von zwei numerischen Werten. Das Ergebnis dieses Vergleichs wird in Form eines Binärzustandes dargestellt. „*0*“ wenn die Bedingung nicht erfüllt ist und „*1*“ wenn die Bedingung erfüllt ist.

Operator	Beschreibung
<	kleiner
>	größer
<=	kleiner gleich
>=	größer gleich
=	ist gleich
<>	ungleich

Links und rechts vom Vergleichs Operator muss ein (Gesamt-)Wert oder (Gesamt-)Status stehen, Einzelbits können mit diesen Vergleichsoperatoren nicht verwendet werden.

Rechts vom Vergleichs Operator kann auch eine Konstante stehen.
Im Combi-Element werden diese Konstanten als hexadezimale Werte oder Dezimalwerte eingegeben. Hexadezimale Zahlen werden beim Klick auf **OK** automatisch in Dezimalzahlen umgewandelt. Zum Beispiel entspricht *0x64* dem numerischen Wert *100*.

Hinweis: Das Combi-Element ist im Modul **Batch Control** nicht verfügbar.

Beispiel

X01.Wert >= X02.Wert
Das Ergebnis ist „1" wenn der Wert von X01 größer oder gleich dem Wert X02 ist

X01.Wert = 0x64
Das Ergebnis ist „1" wenn der Wert von X01 exakt dem numerischen Wert 100 entspricht (= Hex 0x64)

(X01.Wert = 0x64) OR (X01.Wert = 0x65)
Das Ergebnis ist „1" wenn der Wert von X01 exakt dem numerischen Wert 100 oder 101 entspricht (= Hex 0x64 und Hex 0x65)

5.3.3.6.6 Beispiele für Formeln

EINFACHE LOGISCHE UND VERKNÜPFUNG ZWISCHEN ZWEI WERTE BITS

Beispiel

Formel: X01.03 AND X02.03

Diese Formel ergibt den Zustand WAHR, wenn sowohl **Bit 3** der Variablen *1* als auch **Bit 3** der Variablen *2* den Wert *1* hat.

DEN WERT ODER STATUS EINER VARIABLE VERGLEICHEN

Beispiel

(X01.Wert> X02.Wert)

VERGLEICHE AUF LOGISCHER BASIS MITEINANDER VERGLEICHEN

Beispiel

(X01.Wert> X02.Wert) AND (X01.Wert = X02.Wert)

VERGLEICHE MIT WERTE- UND STATUS-BITS

Beispiel

(X01.Wert> X02.Wert) AND (X01.Wert = X02.Wert) OR (X01.03 = X02.03)

EINEN WERT MIT EINEM DEZIMALEN ODER HEXADEZIMALEN WERT VERGLEICHEN

Beispiel

Formel: (X01.Wert = 111)

Formel: (X01.Wert = 0x6F)

Wird ein hexadezimaler Wert verwendet, so wird dieser mit dem Klick auf **OK** später in dezimale Schreibweise umgewandelt. Wurde ein dezimaler Wert angegeben und bestätigt, wird dieser beim erneuten Öffnen weiter als dezimaler Wert angezeigt.

Info

Bei der Eingabe von Zahlen ist es nicht möglich, ein Komma oder einen Punkt zu verwenden.

5.3.4 Menü erzeugen

Die Befehlsgabe kann auch über ein Kontextmenü aktiviert werden. Kontextmenüs werden im Editor über den Knoten **Menüs** erstellt und in den Eigenschaften des Elements, auf das Sie sich beziehen, definiert.

Ein Menü-Eintrag kann einen von drei verschiedenen Inhalten haben:

Parameter	Beschreibung
Aktionstyp	Legt fest, welche Art von Aktion über den entsprechenden Menü-Eintrag in der Runtime ausgeführt werden soll. Nicht alle Aktionstypen stehen im Hauptmenü zur Verfügung, manche sind nur über das Kontextmenü projektierbar. ▸ Alarme quittieren (nur Kontextmenü) ▸ Befehlsgabe (nur Kontextmenü) ▸ Blinken quittieren (nur Kontextmenü) ▸ Erweiterten Trend anzeigen ▸ Funktion ▸ Hilfe ▸ Keine Aktion ▸ Sollwert absetzen ▸ VBA Makro (nur Kontextmenü)
Untermenü	Öffnet in der Runtime ein Untermenü.
Trennlinie	Eine horizontale Linie trennt Menüeinträge.

Text unterstreichen: Die Eingabe eines & bewirkt, dass das folgende Zeichen unterstrichen dargestellt wird.

Einträge projektieren

Um einen Menüeintrag im Hauptmenü oder Kontextmenü zu projektieren:

1. aktivieren Sie die entsprechende Menüzelle
2. wählen Sie in den Eigenschaften:
   - **Aktionstyp**: abhängig von Menüart
     siehe auch: Aktionstypen Hauptmenü und Aktionstypen Kontextmenü
   - **Menü ID**: ID des Eintrags
     Hinweis: Für Menüeinträge des Moduls **Befehlsgabe** werden von diesem Modul fix vordefinierte Typen mit vorgegebenen IDs für die Projektierung verwendet.

Weitere Informationen dazu sowie eine Auflistung dieser IDs finden Sie im Handbuch Energy Edition im Kapitel Befehlsgabe über Kontextmenü (auf Seite 158).

- **Text**: eindeutige Beschriftung der Menüzelle

> **Achtung**
>
> Die Projektierung in der Eigenschaft **Text** muss eindeutig sein. Werden gleiche Texte vergeben, werden weitere Menüpunkte mit gleichem Text nicht angezeigt.

Details zur Definition von Kontextmenüs für die Befehlsgabe lesen Sie im Kapitel Menüs/Befehlsgabe.

5.3.5 Runtime Dateien erzeugen

Beim Erzeugen der Runtime-Dateien für die Befehlsgruppen wird eine Prüfung auf Fehlprojektierung durchgeführt. Zusätzlich erfolgt eine Validierung für die die korrekte Ersetzung der Variablennamen.

Für jede Variable, die eine Befehlsgruppe zugeordnet hat, wird die Befehlsgruppe für die Bedienung zur zenon Runtime instanziert. In jeder Instanz sind nur mehr jene Aktionen enthalten, welche über diese Variable ausgelöst werden dürfen.

> **Beispiel**
>
> Die Befehlsgruppe zur Befehlsvariable enthält nurmehr Aktionen für die jeweilige Befehlsvariable.
>
> Ausnahme: die Aktion „*Sperre*“ ist auch bei der Befehlsvariable verfügbar.

> **Info**
>
> Auch Änderungen der Projektierung für Variablen erfordern eine Neukompilierung des Projekts.

5.3.5.1 Ersetzen der Variablennamen

Um die Wiederverwendbarkeit der Befehlsgruppe zu erhöhen, besteht die Möglichkeit, die Variablenbezüge zu ersetzen. Die Ersetzung ist für Rückmelde-, Befehls- und Bedingungsvariable möglich.

Bei der Ersetzung wird der Platzhalter (Wildcard *) automatisch durch den Namen jener Variable ersetzt, die der Befehlsgabe zugeordnet ist.

BEISPIEL

Bei der Projektierung einer Befehlsgruppe wurde die Eigenschaft **Variablenname der Rückmeldung** mit dem Wert **_RV* konfiguriert. Im Projekt wurden diverse Variablen nach dem Namensmuster *xyz_RV*, *abcRV* und *bool_RV* angelegt und mit der Befehlsgruppe verknüpft.

Variable	Teil zu ersetzen	Ergebnis	Bemerkung
xyz_RM	*xyz*	*xyz_RM*	Variable existiert, Zuordnung erfolgreich.
abcRM	*<leer>*	*_RM*	Die Maske passt nicht, da das Zeichen _ fehlt. Der Compiler wird ein Fehler melden. In der Runtime die Bedienung der Variable abcRM löst keine Befahlsgabe aus.
bool_RM	*bool*	*bool_RM*	Variable existiert, Zuordnung erfolgreich.

Diese Regeln gelten gleichlautend für die Befehlsvariablen.

Info

Bei kompilieren der Befehlsgruppe wird der Text, der dem Teil zu ersetzen entspricht, wie folgend gesucht:

- der Text wird im Vergleich der Maske mit der Name der Rückmeldevariable festgelegt.
- Anderenfalls wird der Text durch die Aktionsvariable definiert. Dabei wird die erste zur Variable passenden Aktion angewendet.
- Konnte der Text für die Ersetzung erfolgreich ermittelt werden, wird der Platzhalter * durch diesen Text ersetzt.

Beachten Sie dazu folgende Punkte bei der Benennung von Variablen:

- Die Namen der Variablen und die Maske sollten so gewählt werden, dass diese eindeutig zugeordnet werden können.
- Die Namen der Variablen, welche für die Rückmelde-, Befehls- und Bedingungsvariable verwendet werden, sollten über den gleichen Ersetzungstext erzeugbar sein.
- Wenn die Rückmeldevariable ersetzt wird (wurde mit einer Maske definiert) aber die Befehlsvariable nicht, ist besonders darauf zu achten, dass die Befehlsgruppe welche für die Befehlsvariable erzeugt wird, auch die erwartete Rückmeldevariable verwendet.
- Eine zusätzliche Validierung der Rückmeldevariable stellt für die Befehlsgruppe sicher, dass diese Befehlsgruppe nur Aktionen beinhaltet, deren Aktionsvariable (bei ihrer kompilierten

Befehlsgruppen) dieselbe Rückmeldevariable verwendet. Nicht korrekt projektierte Aktionen erzeugen eine Warnung und werden bei der Kompilierung entfernt.

5.3.5.2 Fehler beim Erzeugen der Runtime-Dateien

Beim Erzeugen der Runtime-Dateien für die Befehlsgabe erfolgt eine umfangreiche Validierung auf Fehlprojektierung und nicht vorhandene Bezüge.

Info

Ein *Fehler* hat immer zur Folge, dass das Objekt - welches den Fehler verursacht - während der Runtime nicht zur Verfügung steht.

Wenn die Befehlsgruppe einen *Fehler* hat, wird der Variablen keine Befehlsgruppe zugeordnet. Das hat während der Runtime zur Folge, dass alle Bedienhandlungen gesperrt sind.

Eine *Warnung* wird erzeugt wenn die Projektierung ein Problem im Ablauf der Befehlsgabe erzeugen würde. Diese Warnung wird unabhängig davon generiert, ob die Projektierung in der Runtime funktionieren würde oder nicht.

In den Fehlermeldungen werden folgende Platzhalter verwendet:

<VERNAME>	Platzhalter wird in der Fehlermeldung durch den Namen der Befehlsgruppe ersetzt.
<VERRM>	Platzhalter wird in der Fehlermeldung durch den Namen der Rückmeldevariable ersetzt.
<AUFVAR>	Platzhalter wird in der Fehlermeldung durch den Namen der Variablen, der die Befehlsgruppe zugeordnet ist, ersetzt.
<ACTVAR>	Platzhalter wird in der Fehlermeldung durch den Namen der Variablen der Aktion ersetzt.
<Aktionsbezeichnung>	Platzhalter wird in der Fehlermeldung durch die Benennung der Aktion ersetzt.
<VARNAME>	Platzhalter wird durch Variable in der Visualisierung ersetzt.

Folgende Fehlermeldungen können beim Erzeugen der Runtime-Dateien auftreten:

Meldungstext	Beschreibung
<VERNAME>: Verriegelungs-PV <VERRM> existiert nicht!	Bedingungsvariable für allgemeine Verriegelung ist nicht vorhanden.
Variable '<AUFVAR>' verwendet nicht vorhandene Befehlsgabe!	Variable verwendet eine nicht vorhandene Befehlsgabe.

Meldungstext	Beschreibung
(<AUFVAR>) Befehlsgabe '<VERNAME>' enthält keine Aktionen!	Befehlsgruppen ohne Aktion werden nicht in die Laufzeit übernommen. Diese Meldung kann auch ein Folgefehler sein.
(<AUFVAR>) Rückmeldevariable '<VARRM>' verwendet nicht die Befehlsgruppe '<VERNAME>'	Es wird eine Rückmeldevariable verwendet welche eine andere Befehlsgruppe verwendet. Die Rückmeldevariable muss immer mit der Verriegelung verknüpft sein, welche sie als Rückmeldevariable verwendet.
(<AUFVAR>) Rückmeldevariable '<VARRM>' für Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet einen Treiber ohne Prozesskopplung!	Die Rückmeldevariable muss auf einen prozessgekoppelten Treiber liegen.
(<AUFVAR>) Befehlsgabe '<VERNAME>' enthält nach der Kompilierung keine Aktionen!	Eine Befehlsgruppe ohne Aktionen ist nicht sinnvoll.
(<AUFVAR>) Rückmeldevariable '<VARRM>' von Befehlsgabe '<VERNAME>' nicht vorhanden!	Die verwendete Rückmeldevariable ist nicht vorhanden oder als gelöscht markiert.
(<AUFVAR>) Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet Bild '<Bild GUID>'(<BILDNAME>) welches nicht vom Typ Power ist!	Diese Meldung ist eine Warnung. Wenn bei der Ausführung eine Bedienhandlung nötig wird, kann diese nicht durchgeführt werden.
(<AUFVAR>) Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet nicht vorhandenes Bild '<Bild GUID>'!	Das der Befehlsgruppe zugeordnete Bild existiert nicht.
(<AUFVAR>) Ersetzte Aktionsvariable '<ACTVAR>' für Aktion '<Aktionsbezeichnung>' von Befehlsgabe '<VERNAME>' nicht vorhanden!	Die Aktionsvariable ist nach Ersetzungen nicht vorhanden oder als gelöscht markiert.
(<AUFVAR>) Aktion '<Aktionsbezeichnung>' bei Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet die nicht existierende Variable '<ACTVAR>'	Die Aktion verwendet eine Variable, die im Projekt nicht vorhanden oder als gelöscht markiert ist.
(<AUFVAR>) Aktionsvariable '<ACTVAR>' für Aktion '<Aktionsbezeichnung>' von Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet einen Treiber ohne Prozesskopplung!	Die einer Aktion zugeordnete Variable darf auf keinen internen Treiber liegen.
<VERNAME>(<AUFVAR>): Aktion '<Aktionsbezeichnung>' existiert bereits!	Pro Aktionsvariable dürfen folgende Aktionen nur einmal pro Befehlsgruppe projektiert sein:

Meldungstext	Beschreibung
	▸ Schaltbefehl mit gleichen Befehlsgabezustand. ▸ Nachführen mit gleicher Schaltrichtung. ▸ Ersetzen mit gleicher Schaltrichtung. ▸ Revision mit gleicher Schaltrichtung. ▸ Pulsbefehl ▸ Sollwertvorgabe ▸ Freigeben ▸ Blockieren ▸ Sperre
<VERNAME>(<AUFVAR>): Aktion '<Aktionsbezeichnung>': Puls- und Schaltbefehl für gleiche Befehlsvariable nicht möglich!	Puls- und Schaltbefehl dürfen nicht gemeinsam verwendet werden.
(<AUFVAR>) Aktion '<Aktionsbezeichnung>' bei Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet Bild '<Bild GUID>('<Bildname>') welches nicht vom Typ Power ist!	Diese Meldung ist eine Warnung. Es werden keine Bedienhandlungen möglich sein.
(<AUFVAR>) Aktion '<Aktionsbezeichnung>' bei Befehlsgabe '<VERNAME>' verwendet nicht vorhandenes Bild '<Bild GUID>'!	Der Aktion ist ein nicht vorhandenes Bild zugeordnet.
<VERNAME>(<AUFVAR>): Verriegelungs-PV '<VARNAME>' existiert nicht!	Ersetzte Bedingungsvariable existiert nicht.
(<AUFVAR>) Variable '<VARNAME>' von Aktionsverriegelungsbedingung der Befehlsgabe '<VERNAME>' existiert nicht!	Variable der Verriegelungsbedingung nicht vorhanden.
(<AUFVAR>) Aktionsvariable '<VARANME>' der Aktion '<Aktionsbezeichnung>' von Befehlsgruppe '<VERNAME>' verwendet eine andere Befehlsgruppe!	Die bei einer Befehlsgruppe verwendeten Aktionsvariablen dürfen nur mit keiner oder der Befehlsgruppe wo sie verwendet werden verknüpft sein.
(<AUFVAR>) Befehlsvariable <ACTVAR> hat keine gültig kompilierte Verriegelung! Aktion <Aktionsbezeichnung> entfernt.	Die in der Aktion verwendete Aktionsvariable hat keine kompilierte Befehlsgruppe. Diese Meldung kann auch ein Folgefehler sein.
(<AUFVAR>) Befehlsvariable <ACTVAR>	Die kompilierte Befehlsgruppe bei der

Meldungstext	Beschreibung
verwendet Rückmeldevariable <VARNAME>! Aktion <Aktionsbezeichnung> entfernt.	Rückmeldevariable beinhaltet eine Aktion, deren Aktionsvariable nicht die gleiche Rückmeldevariable wie <AUFVAR> verwendet. **Hinweis**: Bei der Rückmeldevariable dürfen keine Aktionen möglich sein, die andere Rückmeldevariablen verändern,

5.4 Bedienen in der Runtime

Bei Kommandoeingaben durch einen Benutzer in der Runtime wird im Hintergrund automatisch eine Laufzeitüberwachung durchgeführt.

5.4.1 Ausführung eines Befehls

Diese Beschreibung, zum Ablauf eines Befehls mit der Befehlsgabe, gilt für folgende Aktionstypen der Befehlsgabe:

- Befehl (auf Seite 143)
- Auto/Remote-Befehl (auf Seite 144)
- Zwangsbefehl (nur teilweise) (auf Seite 146)
- Sollwertvorgabe (auf Seite 146)

> **Info**
>
> Informationen wie die Ausführung eines Befehls die Darstellung und Verfügbarkeit der Kontrollelemente im Bild vom Typ *Befehlsgabe* beeinflusst, finden Sie im Kapitel Ablauf im Befehlsgabebild (auf Seite 200).

Der Ablauf eines Befehls ist von folgenden Projektierungen abhängig:

VARIABLENEIGENSCHAFTEN

- **Select Before Operate** (SBO) inaktiv:
  In diesem Falle wird von einer Aktion kein separater Select-Befehl ausgeführt.
  Hinweis: Ein Treiber (z.B.: DNP3_NG oder IEC850) kann trotzdem ein Select automatisch ausführen. Dies hat für die Befehlsgabe jedoch keine Auswirkung. Die Befehlsgabe wird in diesem Falle auf ein fehlgeschlagenes Select wie auf ein fehlgeschlagenes Operate/Execute reagieren.

- **Select Before Operate** (SBO) aktiv:
  In diesem Fall wird von der Befehlsgabe immer ein Select (*COT_act(6), SE*) an den Treiber weitergegeben. Danach wird - unabhängig von der projektierten Art der **Laufzeitüberwachung** - abgewartet, bis der vollständige Befehlsprozess (einschließlich Operate) abgeschlossen ist.

  Achtung: Die Variableneigenschaft **Select Before Operate** hat entscheidende Auswirkungen auf die **Laufzeitüberwachung**.
  Bei aktiviertem **Select Before Operate** werden bei jeder Projektierung in der Laufzeitüberwachung die Aktionsbuttons (sowie Kontextmenüeinträge) solange deaktiviert bis *COT* den Wert *COT_accterm(10)* erhält.
  Dies gilt auch dann, wenn für die Laufzeitüberwachung "*keine*" oder "*über Rückmeldevariable*" projektiert sind.
  Wird kein *COT_accterm* empfangen, wir lediglich ein *TIMEOUT*-Statusbit der Rückmeldevariable gesetzt.

- **Operate abbrechen** aktiv:
  Wenn aktiviert, dann darf bei Befehlsgabe auch nach einem Operate ein Cancel zur Steuerung geschickt werden, nicht nur nach einem Select. Damit können sowohl die Ausführung des Befehls in der Steuerung, sowie die laufende Laufzeitüberwachung, vorzeitig beendet werden. Die Eigenschaft wird automatisch in der Aktion wie aktiviertes **Timeout abbrechbar** behandelt.

> **Info**
>
> Wird eine Variable mit aktivem **Select Before Operate** projektiert und der Treiber unterstützt kein **COT** dann wird nach einem Select keine Reaktion vom Treiber erfolgen. Nach Ablauf des projektierten **Timeout** wird das Befehlsgabebild über die interne Verriegelungsbedingung "**Timeout bei SBO Aktivierung**" informieren.

ART DER LAUFZEITÜBERWACHUNG

Die Eigenschaft **Laufzeitüberwachung** in der Befehlsgruppe bestimmt, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, um die Aktion als erfolgreich abzuschließen. Zusätzlich wird mit der Eigenschaft **Laufzeitüberwachung** bestimmt, wie lange die Befehlsgabe aktiv bleibt um eventuell eine Deaktivierung (Cancel) an die SPS zu senden, die Statusbits der Rückmeldevariable zu aktualisieren und die Weitergabe der Aktion via *Auto/Remote-Befehl* zu gewährleisten.

- *keine*
  - ohne **Select Before Operate**:
    direkter Befehl zur Steuerung ("fire & forget") - sendet den Befehl zur Steuerung und wartet nicht auf Rückmeldung.

- mit **Select Before Operate**:
  es wird im Hintergrund gewartet bis der COT-Ablauf vollständig abgeschlossen wird. Es wird kein *TIMEOUT* Statusbit gesetzt, auch dann nicht, wenn ein **Timeout** abgelaufen ist.

- *nur über Übertragunsursache (COT)*
  Die Aktion ist erfolgreich abgeschlossen nach vollständigem COT-Ablauf (*COT_actterm(10)* wurde empfangen).

- *nur über Rückmeldevariable (RV)*
  die Aktion ist erfolgreich abgeschlossen, wenn der Wert der Rückmeldevariable dem **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** in der Aktion entspricht.

  - mit **Select Before Operate**:
    Es wird zwar im Hintergrund gewartet bis der vollständige COT-Ablauf abgeschlossen wird. Auch wenn ein **Timeout** abgelaufen ist, wird kein *TIMEOUT* Statusbit gesetzt.

- *über RV und COT*
  Die Aktion ist erfolgreich abgeschlossen wenn beide oben beschriebene Bedingungen erfüllt wurden.

Hinweis: Weitere Details finden Sie im Kapitel Laufzeitüberwachung (auf Seite 195).

EIGENSCHAFTEN IN DER BEFEHLSGABE-AKTION:

- *Einstufig*:
  Nach dem erfolgreichen Select übergibt die Befehlsgabe das Operate/Execute automatisch an den Treiber.

- *Zweistufig*:
  Ein erfolgreiches Select aktiviert die Buttons *Ausführen 2. Stufe* und *Abbrechen* im Befehlsgabebild:

  - Wird *Ausführen 2. Stufe* geklickt übergibt die Befehlsgabe ein Operate/Execute (*COT_act(6)*, ohne *SE*) an den Treiber.

  - Via Klick auf *Abbrechen* wird von der Befehlsgabe ein Cancel (*COT_deact(8)*, *SE*) an den Treiber weitergegeben.

- **Timeout**:
  Der projektierte Wert gibt an, wie lange auf die Antwort von der Steuerung gewartet wird. Und zwar jeweils:

  - Nach Absetzen eines Select-Befehls.

  - Nach Absetzen eines Execute-Befehls.

  - Nach Absetzen eines Cancel-Befehls.

- **Timeout abbrechbar**:
  Wenn diese Eigenschaft aktiviert ist, kann der Benutzer eine noch laufende **Laufzeitüberwachung** abbrechen, z.B. bei einem Versuch in der Steuerung die Frequenzen der Stromnetze zu synchronisieren. Der Button **Abbrechen** im Befehlsgabebild bleibt

bedienbar, während der Execute-Befehl ausgeführt wird. Abhängig von der Projektierung der Variableneigenschaft **Operate abbrechen** ist es auch möglich, die SPS über den Abbruch zu informieren.
Hinweis: nicht alle Energy Protokolle bieten eine technische Möglichkeit, ein Operate abzubrechen. Somit ist es nicht für jeden Energy Treiber möglich, ein Cancel an die SPS weiterzugeben.

5.4.1.1 Select before Operate

Select before Operate ist eine Prozedur in Energy-Protokollen (z.B. DNP3, IEC61850 oder IEC60870-101/104). An die SPS wird zuerst eine "Reservierung/Vorbelegung", das sogenannte *Select*-Kommando gesendet. Nur wenn diese Vorbelegung der SPS erfolgreich ist wird über den Treiber (via Befehlsgabe) das entsprechende Ausführungskommando *Execute* gesendet.

zenon Energy Treiber aktualisieren dabei folgende Statusbits (via Kommandovariablen):

- *SE_870, COTx*
- bei entsprechender Projektierung *N_CONF*.

Diese Statusbits sowie NET-SEL können nicht durch den Projektanten konfiguriert werden. Die Statusbits werden durch die entsprechenden Treiber oder zenon Module gesetzt.

Die Eigenschaft **Laufzeitüberwachung** beeinflusst nur den Ablauf des Befehls Execute. Der Befehl Select wird durch die **Laufzeitüberwachung** nicht beeinflusst. Nach Absenden eines Select wartet die Befehlsgabeaktion den in der Eigenschaft **Timeout** (Eigenschaftengruppe **Optionen** in der Befehlsgabeaktion) projektierten Zeitraum.

Dabei kann es zu folgenden Abhängigkeiten kommen:

- SPS reagiert nicht (auf Seite 193)
- SPS reagiert negativ (auf Seite 193)
- SPS reagiert positiv (auf Seite 194)
  - Benutzer sendet kein Execute oder Cancel (auf Seite 194)

ABBRUCH EINES SELECT

Für Abbruch (Cancel) eines Select gilt, unabhängig von der projektierten Art der **Laufzeitüberwachung**:

1. Ist die Eigenschaft **Select Before Operate** bei der Aktionsvariable aktiviert, kann ein **Select** für **zweistufigen** Befehle (aktivierte Befehlsgabeaktion-Eigenschaft **Zweistufig**) durch einen Benutzer abgebrochen werden. Nach einem erfolgreichen Select (COT=7, SE) kann die Befehlsgabe, bei Klicken des Buttons **Abbrechen,**ein Deactivation (COT=8, SE) senden.

2. Anschließend wird auf eine Antwort der SPS oder auf ein **Timeout** gewartet.
   Die Aktion endet:
   - wenn die projektierte **Timeoutzeit** abgelaufen ist
   - wenn die SPS den Abbruch bestätigt (COT=9, any SE or PN).
     Der Empfang eines COT=9 verwirft das PROGRESS Statusbit.
3. Die Messzeit beginnt, wenn der Benutzer den **Cancel**-Button klickt. Der vorangegangene Zeitraum - während die Aktion auf ein Select wartet - beeinflusst nicht den Zeitraum, in welchem die Aktion auf eine Abbruchbestätigung wartet.
4. Die Rückmeldevariable erhält kein TIMEOUT Statusbit.
5. Es gilt immer dasselbe Verhalten, unabhängig von der Projektierung der Eigenschaft **Laufzeitüberwachung**.

Hinweis: der Wert des *PN*-Bit - Positive(0)/Negative(1) - wird auch als Wert für das Statusbit *N_CONF* der Aktionsvariable verwendet.

5.4.1.1.1 SBO - keine Reaktion von SPS

Die Befehlsgabe schickt zuerst ein Select an den Treiber. Während die Aktion auf eine Reaktion von der SPS wartet, sind alle Buttons im Bild vom Typ *Befehlsgabe* ausgegraut.

Nach Ablauf der bei der Eigenschaft **Timeout** projektierten Zeit für eine Aktion wird eine Information im Befehlsgabebild angezeigt. Diese Nachricht wird im Feld des Verriegelungstextes angezeigt: *interne Verriegelungsbedingung "Timeout bei SBO Aktivierung"*.

In diesem Falle ist nur die Schaltfläche **Abbruch** verfügbar. Alle anderen Buttons des Befehlsgabebildes sind immer noch ausgegraut.

Einträge im Kontextmenü stehen nicht zur Verfügung.

Hinweis: Die Rückmeldevariable erhält dabei weder ein *TIMEOUT* noch ein *PROGRESS* Statusbit. Für Select gilt das gleiche Verhalten, egal welcher Wert für die **Laufzeitüberwachung** projektiert ist. Der Ablauf ist für zweistufige sowie einstufige Aktionen gleich.

5.4.1.1.2 SBO - negative Reaktion von SPS

Die Befehlsgabe veranlasst den Treiber ein Select (*COT_act(6) + SE*) zu senden. Wird eine negative Antwort von der SPS empfangen (*COT_actcon(7) + SE + PN*=1), wird nicht länger gewartet.

- Durch klicken auf den Button **Cancel** wird das *PROGRESS* Statusbit entfernt. Die Rückmeldevariable erhält dabei kein *TIMEOUT* Statusbit.

- Empfängt die Aktion eine negative Antwort auf Select, wird diese Information im Feld des Verriegelungstextes angezeigt: *interne Verriegelungsbedingung "SBO abgelehnt"*.
  In diesem Falle ist nur die Schaltfläche **Cancel** verfügbar. Alle anderen Buttons des Befehlsgabebildes sind ausgegraut.

Auch Einträge im Kontextmenü stehen nicht zur Verfügung.

Für Select gilt das gleiche Verhalten, egal welcher Wert für die **Laufzeitüberwachung** projektiert ist. Der Ablauf ist für zweistufige sowie einstufige Aktionen gleich.

Hinweis: der Wert des *PN*-Bit - Positive(0)/Negative(1) - wird auch als Wert für das Statusbit *N_CONF* der Aktionsvariable verwendet.

5.4.1.1.3 SBO - positive Reaktion von SPS

Wenn die SPS positiv auf ein Select antwortet (*COT_actcon(7)* + *SE*) (somit bestätigtes Select) geht die Aktion zum nächsten Schritt => Ausführung

- Die Befehlsgabe beendet das Warten auf ein Select.
- Die Rückmeldevariable bekommt das *PROGRESS*-Statusbit gesetzt. Dies jedoch nur, wenn der aktuelle Wert der Rückmeldevariable unterschiedlich zum Wert des Befehls ist.

Nach Bestätigung des Select gilt:

a) Einstufige Aktionen:
   Die Befehlsgabe sendet automatisch ein Operate/Execute (*COT_act(6)*, no SE) an die SPS.

b) Zweistufige Aktionen:
   Die Buttons **Ausführen 2. Stufe** und **Abbruch** im Bild vom Typ Befehlsgabe werden aktiv. Bestätigt ein Benutzer den **Ausführen 2. Stufe**-Button, sendet die Befehlsgabe ein Operate/Execute an die SPS.

Das *PROGRESS*-Bit wird zurückgesetzt wenn die SPS das Execute (*COT_actcon(7*)) bestätigt oder nach dem Ablauf der folgenden **Laufzeitüberwachung**.

5.4.1.1.4 SBO - positive Reaktion von SPS aber Benutzer sendet kein Execute oder Cancel

Wenn der Benutzer nach erfolgreichem Select weder ein Execute noch ein Cancel auslöst, wird - ohne zeitliche Vorgabe einer Reaktionszeit - auf die Benutzerinteraktion gewartet. So kann es dazu kommen - sofern die SPS ein **Select Timeout** unterstützt - dass durch ein **Select Timeout** während der Wartezeit auf die Benutzerineraktion die Zeit abläuft und das Select ungültig wird. Wenn dies geschieht, sendet die SPS ein Select-Termination (*COT=10*, *SE*, *PN=1*). Die Befehlsgabe reagiert auf

empfangene Select-Termination so, dass - wenn der Benutzer nun doch ein Execute auslöst - die Befehlsgabe automatisch zuerst ein erneutes Select sendet.
Nach Betätigung des Buttons **Abbrechen** im Befehlsgabebild wird kein erneutes Select oder Cancel an die SPS weitergeleitet.

Hinweis: Ist nur für zweistufige Aktionen relevant.

5.4.1.2 Laufzeitüberwachung

Die einfachste, nicht für Energy Treiber vorgesehene, Laufzeitüberwachung wird durchgeführt wenn:

- die Eigenschaft **Laufzeitüberwachung** in der Befehlsgruppe *keine* oder *nur über Rückmeldevariable (RV)* ist;
- für die Befehlsvariable weder die Eigenschaft **Select Before Operate** (SBO) noch **Operate abbrechen** aktiviert wurde.

Für diese Projektierung überprüft die Laufzeitüberwachung die Verriegelungen und schreibt einen Befehl zur Steuerung. Danach wartet die Laufzeitüberwachung noch ab, ob die Rückmeldevariable den Wert entsprechend dem Befehl ändert. Wird der **Timeout** der Laufzeitüberwachung überschritten, wird auf der Rückmeldevariable das Statusbit *TIMEOUT* gesetzt. Ist in der Befehlsgruppe die Eigenschaft **Statusbits auf Befehlsvariablen schreiben** aktiviert, wird das Statusbit *TIMEOUT* zusätzlich auf auf der Befehlsvariable gesetzt.

In Zusammenarbeit mit Energy Treibern (für **Select Before Operate** oder *COT*-Ablauf) wird über die Übertragungsursache (COT) zwischen zenon und der Steuerung die Information ausgetauscht, ob ein Befehl geschrieben werden soll oder ob das Schreiben erfolgreich war. Bei Energy Treibern erhält die Aktionsvariable entsprechend der Stufe des Befehls eine *COT*. Im Hintergrund kann die Befehlsgabe überprüfen, ob dann die Rückmeldevariable ihren Wert und die Aktionsvariable den *COT* entsprechend dem Kommando ändert.

Hinweis: Wertänderungen der Rückmeldevariablen werden erst nach *COT_act(6)* berücksichtigt.

Info

COTx Statusbits ergeben einen Wert. Dieser Wert kann in der Runtime - so wie auch alle anderen Statusbits - über Multi-numerische oder Multi-binäre Reaktionsmatrizen ausgewertet werden.

Hinweis: *COT* wird nicht nur vom IEC870 Treiber, sondern auch von einigen anderen Energy-Treibern - in unterschiedlicher Ausprägung - unterstützt. Manche Treiber unterstützen COT, obwohl das Protokoll selbst keine COT beinhaltet (z.B. IEC850, DNP3). Details finden Sie in der jeweiligen Treiberdokumentation.

LAUFZEITÜBERWACHUNG UND VERRIEGELUNGBEDINGUNGEN DER AKTION:

Während der Laufzeitüberwachung werden Verriegelungen überprüft:

1. Bei direkter Ausführung (= ohne **Select Before Operate**).
2. Bei Aktivieren des Select (= vor dem Select).
3. Nach dem Select OK - vor Execute.

- Die aktuelle Befehlsaktion zeigt eine Information über ausstehende Verriegelungen im Kontrollelement *Verriegelungstext* an. Der Benutzer muss diese entriegeln. Dazu muss der Benutzer über die entsprechenden Benutzerrechte verfügen. Zusätzlich muss die Verriegelung entriegelbar projektiert sein. Anderenfalls kann diese Aktion nur abgebrochen werden.
- Wird diese Aktion durch eine projektierte Verriegelung abgebrochen, wird kein Befehl an die SPS gesendet.
- Wurde bereits ein Select gesendet, wird automatisch abgebrochen. In diesem Fall wird eine Deaktivierung (Cancel) gesendet.
- Die Rückmeldevariable erhält dabei kein *TIMEOUT*-Bit. Sollte bereits ein *PROGRESS*-Bit gesetzt sein wird dieses zurückgesetzt.

BEI EINSTUFIGER PROJEKTIERUNG DER AKTION:

Steht in der ersten Stufe eine Verriegelung an, wird der *Verriegelungstext* angezeigt und auf eine Reaktion durch einen Benutzer gewartet. Wählt der Benutzer **Ein** oder **Aus** wird der **Bestätigen**-Button aktiv. Der Wert wird dann an die SPS gesendet. Drückt der Benutzer **Abbrechen** und es wurde bereits ein Select durchgeführt, sendet die Aktion eine Deaktivierung (Cancel).

BEI ZWEISTUFIGER PROJEKTIERUNG DER AKTION:

Die zweistufige Aktion überprüft die Verriegelung und gibt bereits bei der ersten Stufe eine Meldung:

- Direkte Ausführung - kein **Select Before Operate**:
  Gilt für den Moment, wenn der erste Button geklickt wird.
- aktives **Select Before Operate**:
  Gilt für den Moment, wenn die Bestätigung für Select empfangen wird oder das **Timeout** für Select abgelaufen ist.

Durch Drücken des Button für das Entsperren der Entriegelung wird der Button **Ausführen 2. Stufe** verfügbar. Wird dieser Button gedrückt wird ein Execute an die SPS gesendet. Wird **Abbrechen** gedrückt und ein Select wurde bereits gesendet, sendet die Aktion eine Deaktivierung (*COT_deact(8)+SE*) an die SPS.

Gab es für die erste Stufe keine ausstehende Verriegelung, bevor sich die Bedingungen geändert haben und bevor der Benutzer **Bestätigen** via Klick ausgeführt hat, wird die Aktion erneut die Verriegelungsbedingungen überprüfen. Stehen dann noch Verriegelungen aus, wird eine Nachricht angezeigt und auf einen Abbruch durch den Benutzer gewartet.

Hinweis: In diesem Falle kann die Verriegelung nicht durch einen Benutzer entriegelt werden.

> **Info**
>
> Einstufige Aktionen haben in allen drei Szenarien das gleiche Verhalten.

LAUFZEITÜBERWACHUNG UND NEGATIVE ANTWORTEN VON SPS:

- *Execute* negativ
  Während der Laufzeitüberwachung kann die SPS auf ein Execute/Operate negativ reagieren *(COT_actcon(7) + PN)*. Wurde die negative Reaktion auf ein Execute empfangen, wird die Laufzeitüberwachung beendet.
- *Execute Termination* negativ
  Wurde von der SPS Execution Termination *(COT_actterm(10) + PN)* negativ gemeldet, wird die Laufzeitüberwachung in diesem Falle nicht mehr auf eine Wertänderung der Rückmeldevariable warten und sofort beendet.

Das Statusbit *PROGRESS* wird zurückgesetzt. Das Statusbit *TIMEOUT* wird bei der Rückmeldevariable nicht gesetzt.

Hinweis: das *PN*-Bit - Positive(0)/Negative(1) - wird auf das Statusbit *N_CONF* der Aktionsvariable gespiegelt abgebildet.

5.4.1.2.1 Abbruch Laufzeitüberwachung

Wurde bei einer Befehlsgabeaktion die Eigenschaft **Timeout abbrechbar** aktiviert, kann der Benutzer die Laufzeitüberwachung - die zweite Stufe (Execute) der Ausführung - mit der Schaltfläche "**Abbrechen**" abbrechen.

Dabei sendet die Befehlsgabe den Abbruch an den Treiber. Der Treiber (z.B. der **IEC850 Treiber**) sendet ein Cancel Request nur dann an die SPS weiter, wenn bei der Projektierung die Eigenschaft **Operate abbrechen** aktiviert wurde. Sie finden diese Eigenschaft in der Variablen-Eigenschaftengruppe **Sollwert setzen**.

Ist die Eigenschaft **Operate abbrechen** bei der Befehlsvariable aktiviert, kann der Benutzer die Laufzeitüberwachung ebenfalls mit der Schaltfläche **Abbrechen** im Bild vom Typ **Befehlsgabe** abbrechen. Es wird wie aktiviertes **Timeout abbrechbar** automatisch betrachtet.

Hinweis: Nicht alle Treiber - die den Abbruch eines Select unterstützen - unterstützen auch den Abbruch eines Execute. Weitere Informationen erhalten Sie in der jeweiligen Treiberdokumentation.

5.4.1.2.2 Laufzeitüberwachung nur über Rückmeldevariable (RV)

Die **Laufzeitüberwachung** über Rückmeldevariable ist die am meisten benutzte Art der Laufzeitkontrolle. Diese reagiert auf eine Wertänderung der Rückmeldevariable. Welcher Wert bei der Rückmeldevariable aufgrund des Befehls erwartet wird, ist mit der Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung** - *Ein/Aus* - zu definieren.

Negative Antworten der SPS *(COT_actcon(7) + PN)* beenden die Laufzeitüberwachung.

Hinweis: Wertänderungen der Rückmeldevariablen werden erst nach *COT_act(6)* der Aktionsvariable berücksichtigt. Vorzeitige Wertänderungen der Rückmeldevariable werden ignoriert. Dies kann z. B. dann eintreten, wenn Wertänderungen für die Rückmeldevariable bereits nach einem Select vorliegen, ohne dass ein Operate/Execute gesendet wurde.

5.4.1.2.3 Laufzeitüberwachung nur über Übertragungsursache (COT)

Bei der **Laufzeitüberwachung** *nur über COT* reagiert die Laufzeitüberwachung nicht auf den Wert der Rückmeldevariable (RV) sondern nur auf die Übertragungsursache - die Statusbits *COTx* der Aktionsvariable.

BEISPIEL OHNE SBO:

Der Ablauf im Detail:

1. Der Wert und *COT_act(6)* werden auf die Aktionsvariable abgesetzt.
2. Auf die Rückmeldevariable wird das Statusbit PROGRESS gesetzt.
3. Erhält die Steuerung den Wert *COT_act*, wird auf die Folgewerte *COT_actcon(7)* und *COT_actterm(10)* gewartet.
4. Beenden des Ablaufs:
   a) Der Ablauf wird beendet, wenn *COT_actterm* empfangen wurde.
   b) Wird in der projektierten Timeout-Zeit kein *COT_actterm* empfangen, dann wird:
      - der Ablauf beendet und
      - das Statusbit TIMEOUT der Rückmeldevariable aktiviert.
      Hinweis: Diese Zeit projektieren Sie in der Eigenschaft **Timeout** bei der Befehlsaktion.
5. Das Statusbit PROGRESS wird zurückgesetzt.

5.4.1.2.4 Laufzeitüberwachung über COT (Übertragungsursache) und RV (Rückmeldevariable)

Bei der **Laufzeitüberwachung** *über COT und RV* reagiert die Laufzeitüberwachung auf den Wert der Rückmeldevariable (RV) und auf die Übertragungsursache - die Statusbits *COTx* der Aktionsvariable.

BEISPIEL OHNE SBO:

Der Ablauf im Detail:

1. Der Wert und *COT_act(6)* werden auf die Aktionsvariable abgesetzt.
2. Auf die Rückmeldevariable wird das Statusbit PROGRESS gesetzt.
3. Erhält die Steuerung den Wert *COT_act*, wird auf die Folgewerte *COT_actcon(7)* oder *COT_actterm (10)* gewartet.
4. Beenden des Ablaufs:
   a) Der Ablauf wird beendet, wenn beide folgende Bedingungen erfüllt wurden:
   - *COT_actterm* wurde empfangen

     und
   - der Wert der Rückmeldevariablen entspricht der **Schaltrichtung** (Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung**).
     Welche der beiden Bedingungen zuerst eintritt, ist ohne Bedeutung. Sobald beide vorhanden sind, wird der Ablauf beendet.

   a) Wird nur eine oder keine der beiden Bedingungen aus Punkt 4a innerhalb der in der Aktion projektierten **Timeout**-Zeit erfüllt, dann wird:
   - der Ablauf beendet und
   - das Statusbit TIMEOUT der Rückmeldevariable aktiviert.
5. Das Statusbit PROGRESS wird zurückgesetzt.

5.4.2 Bildtyp Befehlsgabe

Ein Bild vom Typ **Befehlsgabe** ermöglicht in der Runtime die Steuerung und Übersicht der Befehlsgabe. Die Befehlsgabe kann über Buttons gesteuert werden. Für die Befehlsgabe werden Vorlagen in unterschiedlichen Ausprägungen bereitgestellt.

PROJEKTIERUNG

Zum Anlegen eines Bildes stehen zwei Vorgehensweisen zur Verfügung:

- die Verwendung des Bilderstellungsdialogs
- die Erstellung eines Bildes über die Eigenschaften

Schritte zum Anlegen des Bildes über die Eigenschaften, wenn der Bilderstellungsdialog in der Menüleiste unter **Extras**, **Einstellungen** und **Assistenten verwenden** deaktiviert wurde:

1. Erstellen Sie ein neues Bild.

   Wählen Sie dazu in der Symbolleiste oder im Kontextmenü des Knotens **Bilder** den Befehl **Bild neu** aus.
2. Ändern Sie die Eigenschaften des Bildes:
   a) Benennen Sie das Bild in der Eigenschaft **Name**.
   b) Wählen Sie in der Eigenschaft **Bildtyp** *Befehlsgabe*.
   c) Wählen Sie in der Eigenschaft **Schablone** die gewünschte Schablone.
3. Projektieren Sie die Inhalte des Bildes:
   a) Wählen Sie in der Menüleiste den Menüpunkt **Elemente (Bildtyp).**
   b) Wählen Sie in der Dropdownliste *Vorlage einfügen*.
   Der Dialog zur Auswahl vordefinierter Layouts wird geöffnet. Damit werden bestimmte Kontrollelemente an vordefinierten Positionen in das Bild eingefügt.
   c) Entfernen Sie nicht benötigte Elemente aus dem Bild.
   d) Wählen Sie nach Bedarf zusätzliche Elemente in der Dropdownliste **Elemente** aus. Platzieren Sie diese an der gewünschten Position im Bild.
4. Erstellen Sie eine Bildumschaltfunktion.

5.4.2.1 Ablauf im Befehlsgabebild

Das Bild von Typ *Befehlsgabe* hat einen mehrstufigen Ablauf, der aus folgenden Schritten besteht:

1. Initialisierung
2. Stufe 1
   Spezifizieren der Aktion
3. Entriegelung
   Überprüfung der Verriegelungen und Select anfordern
4. Stufe 2
   Befehl ausführen
5. Warten bis Ausführung beendet wird

und ein unabhängiger Schritt - "Sperre"

Abhängig davon, in welchem Schritt sich der Ablauf befindet, werden die Kontrollelemente im Bild aktualisiert, dazugeschaltet oder ausgeblendet.

Hinweis: Diese Schritte sind in der **System Treiber** Variable *[Befehlsgabe] Bildstufe* abgebildet.

INITIALISIERUNG

Dieser Schritt initialisiert die interne Ablaufverwaltung. Anschließend wird sofort und ohne Benutzerinteraktion zu Schritt "Stufe 1" gewechselt.

Die Initialisierung wird unabhängig des Aufschaltgrundes beim Öffnen des Bildes ausgeführt:

- Die Rückmeldevariable und die Befehlsvariable (wenn diese die Aufschaltsvariable ist), werden vom Treiber angefordert. Dabei wird evaluiert, ob die Variablen existieren. Im Fehlerfall wird ein LOG-Eintrag erstellt.
- Das *NET_SEL* Statusbit für die Rückmeldevariable wird aktiviert.
- Einstellungen für die Darstellung werden vorgenommen:
  - Die Eigenschaft **Bild modal** und der Titel des Bildes werden entsprechend gesetzt.
    Hinweis: der Titel des Bildes wird via der Eigenschaft **Bildtitel aus Rückmeldevariable** übernommen.
  - Die Buttons ohne zugeordnete Aktion werden ausgeblendet.
    Mehr dazu finden Sie im Kapitel Blockierte oder gesperrte Elemente (auf Seite 204).

STUFE 1

Die auszuführende Aktion kann bereits in diesem Schritt spezifiziert sein. Dies kann dann der Fall sein, wenn der Benutzer die Aktion via Kontextmenü ausgewählt hat. Auch wenn das Befehlsgabebild wegen einer vorangegangenen (bereits ausgeführter) Aktion noch geöffnet ist, bleibt die aktuell auszuführende Aktion auch weiterhin spezifiziert. Ist noch keine Aktion spezifiziert wird die auszuführende Aktion automatisch ermittelt. Das Ergebnis dieser Ermittlung der auszuführenden Aktion wird im Kontrollelement *Aktive Aktion* abgebildet.

Der Wechsel zum nächsten Schritt "Entriegelung" erfolgt:

- Durch Klick auf einen Aktionsbutton:
  damit spezifiziert der Benutzer manuell die Aktion zum Ausführen.
  Beispiel: **Ein/Aus** (**Bildtyp-spezifische Aktion**: *Aktion N*).
- Durch Klick auf den Button **Ausführen** (**Bildtyp-spezifische Aktion**: *Ausführen*);
  der Button bezieht sich auf die aktuell spezifizierte Aktion.

Die Ermittlung der auszuführenden Aktion findet beim Aufruf des Befehlsgabebildes (z.B. mit Klick auf ein Bildelement) statt. Die auszuführende Aktion ist dann noch nicht spezifiziert, da das Befehlsgabebild mehrere mögliche Aktionen umfassen kann. Das Ergebnis der Ermittlung ist

abhängig von den im Bild projektierten Kontrollelementen und den Aktionen, die mit der Aufschaltvariable verknüpft sind.

Die Ermittlung erfolgt nach folgenden Kriterien:

1. *Sollwertvorgabe*
   Wenn ein Kontrollelement für die Eingabe *Wert Aktionsvariable* oder *Wert Aktionsvariable (Schieberegler)* im Bild projektiert wurde und für die Aufschaltvariable die Aktion *Sollwertvorgabe [Sollwert]* existiert.
2. *Statusvorgabe*
   Wenn ein Kontrollelement *Status setzen* im Bild projektiert wurde und für die Aufschaltvariable die Aktion *Statusvorgabe [keine]* existiert.
3. *Sperre*
   Wenn das Bild über die Funktion **Bildumschaltung** mit der Eigenschaft **Initialstufe** *Sperre* geöffnet wurde und die Befehlsgruppe die Aktion *Sperre* beinhaltet.
4. Konnte durch keine der Prüfungen eine Aktion ermittelt werden, wird das Bild ohne aktive Aktion geöffnet. Die Kontrollelemente für die Eingabe und auch der Button **Ausführen** sind dann deaktiviert .

Hinweis: Dadurch können Sie für bestimmte Aktionen die eigenen projektierten Bilder vom Typ *Befehlsgabe* aufschalten und der Fokus wird auf das jeweils relevante Eingabefeld gelegt.

ENTRIEGELUNG

Bei Bedienung über das **Kontextmenü** wird der Schritt direkt aktiviert.

In diesem Schritt wird die Prüfung durchgeführt, ob Verriegelungen anstehen. Nur wenn keine Verriegelungen als anstehend erkannt wird, kann zur "Stufe 2" gewechselt werden.

Gleichzeitig erfolgt eine Select Anforderung zur Steuerung, wenn bei der Befehlsvariable die Eigenschaft **Select Before Operate** aktiv ist. Es wird gewartet bis die SPS das Select bestätigt oder bis das bei der Aktion definierte **Timeout** abgelaufen ist. Bei Timeout oder Ablehnung des Select wird eine entsprechende, nicht entriegelbare Verriegelungsmeldung angezeigt.

Wenn Verriegelungsbedingungen anstehen, wird der Schritt erst dann verlassen, wenn alle Verriegelungen entriegelt wurden. Wenn die Protokollierung in die CEL bei der Aktion nicht deaktiviert wurde (Eigenschaft **CEL-Eintrag unterdrücken**) wird eine Entriegelung in der CEL aufgezeichnet.

Bei Klick auf den Button **Abbruch** (**Bildtyp-spezifische Aktion**: *Abbrechen*) wird zurück zu Schritt "Stufe 1" gewechselt. Dies kann notwendig sein, wenn eine nicht entriegelbare Verriegelung ansteht. Ein bereits aktives Select wird dann deaktiviert (Cancel).

STUFE 2

In diesem Schritt wird der grundlegende Befehl (Operate) zur Steuerung gesendet.

Wird auf den Button **Bestätigen** (**Bildtyp-spezifische Aktion**: *Ausführen 2. Stufe*) geklickt und

- ein gültiges Select ist vorhanden,
- keine Verriegelungen anstehen,

wird mit der Ausführung der Aktion begonnen. Ist bei diesem Button eine Signierung projektiert, wird nach erfolgreicher Signierung mit der Ausführung begonnen.

Statusbits der Rückmeldevariable:

- Bit *PROGRESS* wird aktiviert
- Bit *TIMEOUT* wird deaktiviert, wenn eine vorherige Aktion dieses Statusbit aktiviert hatte.

STUFE 2 BEI ZWEISTUFIGEN AKTIONEN

Bei zweistufiger Ausführung wird immer auf eine Bestätigung durch einen Benutzer gewartet. Erst nachdem der Benutzer den Button **Bestätigen** geklickt hat wird erneut auf Verriegelungen überprüft. Sind in der Zwischenzeit Verriegelungsbedingungen aktiv geworden, wird die Ausführung nicht begonnen. In diesem Falle ist mit Klick auf den Button **Abbruch** in die "Stufe 1" zurückzukehren und die Befehlsgabe erneut durchzuführen.

Wenn das *NET_SEL*-Bit nicht mehr aktiv ist (z.B. am Netzwerk Client nach einer Redundanzumschaltung), wird eine Fehlermeldung protokolliert. Die Aktion wird nicht ausgeführt.

Ist das Select in der Steuerung abgelaufen (Befehlsvariable hat in diesem Fall die Statusbits *SE_870* + *COT_actterm*(10) + *N_CONF* erhalten) wird erneut ein Select von der SPS angefordert. Nach positiver Bestätigung wird die Aktion ausgeführt. Wenn dabei die erneute SBO-Aktivierung fehlschlägt, wird eine entsprechende Meldung angezeigt.

Wird anstelle des Buttons **Bestätigen** auf den Button **Abbruch** geklickt, wird zurück zu "Stufe 1" gewechselt. Ein bereits aktives Select wird dann deaktiviert (Cancel).

WARTEN BIS AUSFÜHRUNG BEENDET WIRD

In diesem Schritt wird gewartet bis die Aktion vollständig ausgeführt wurde. Die Dauer der Ausführung hängt vom Treiber (bzw. der Steuerung) und der Projektierung ab. Negative Antworten der Steuerung brechen die Ausführung ab, z.B.: negative Antwort auf ein Operate.

Die Ausführung wartet bis alle folgenden Punkte erfüllt sind:

- Projektiertes **Select Before Operate** für die Befehlsvariable:
  Wurde Select von der SPS positiv bestätigt, wird bis Termination gewartet.
- Abschluss der projektierten **Laufzeitüberwachung** (wenn nicht mit *keine* projektiert).

- Abschluss der Flankenbildung für die Aktion *Pulsbefehl*.
  Hinweis: Die **Flankenverzögerung** wird nicht ausgeführt wenn **Select Before Operate** bei der Befehlsvariable aktiviert wurde.

Wurde die Ausführung abgeschlossen und ist für die Aktion die Einstellung **Automatisch schließen** projektiert, wird das Bild geschlossen. Ansonsten wird in den Schritt "Initialisierung" gewechselt.

Wenn die Laufzeitüberwachung beendet ist, gilt für die Statusbits der Rückmeldevariable:

- Bit *PROGRESS* wird deaktiviert
- Bit *TIMEOUT* wird aktiviert wenn die Laufzeitüberwachung mit einem Fehler beendet wurde.

SPERRE

Dieser Schritt wird aktiviert, wenn das Bild via der Funktion **Bildumschaltung** und dabei mit der Eigenschaft **Initialstufe** *Sperre* aufgerufen wurde. Das besondere an diesem Schritt ist, dass einige Kontrollelemente nicht angezeigt werden. Sichtbar sind nur die Kontrollelemente der Gruppen Rückmeldevariable und Sperre.

Hinweis: die Funktionalität Sperren/Entsperren steht auch in anderen Schritten zur Verfügung, wenn entsprechende Kontrollelemente im Bild platziert wurden.

Wenn bei der Aktion *Sperre* die Eigenschaft **Automatisch schließen** projektiert wurde, wird das Bild nach Anklicken des Buttons **Sperren** oder **Entsperren** geschlossen.

Während des Ablaufs der Befehlsgabe in der Runtime muss dieser Schritt mit Sperren oder entsperren bestätigt werden. Ein Wechsel auf einen anderen Schritt der Befehlsgabe ist nicht zulässig.

5.4.2.2 Blockierte oder gesperrte Elemente

Es sind einige Voraussetzungen zu erfüllen, damit die Einträge im **Kontextmenü** und die Kontrollelemente im Bild aktiv werden. Da diese zumeist mehrere Elemente betreffen, werden diese hier zusammenfassend dokumentiert.

Die Einträge im Kontextmenü und die Kontrollelemente im geöffneten Bild sind bis auf **Beenden** gesperrt wenn:

- ein anderes Bild bereits der aktuelle Besitzer des aktiven *NET_SEL* Statusbit der Rückmeldevariable ist (z.B. durch einen Netzwerk Client)
- die Aufschaltvariable keine Befehlsgabe projektiert hat
- die Rückmeldevariable nicht vorhanden ist
- die Rückmeldevariable noch mit keinen Wert versorgt wurde
- für die ausgewählte Variable der Status *INVALID* oder *OFF* aktiv ist
  Ausnahme: *Zwangsbefehl*, *Ersetzen*

- die Rückmeldevariable für die Befehlsgabe gesperrt wurde:
  - das Statusbit *M1*, also die Befehlssperre, bei der Rückmeldevariable gesetzt ist

  Ausnahme: die Kontrollelemente für die Aktion *Sperre*
- eine Aktion für die Aktionsvariable läuft und die Laufzeitüberwachung noch nicht abgeschossen wurde
  Ausnahme: Der Button **Abbrechen** kann hier - abhängig von der Projektierung - aktiv sein.
- auf die Bestätigung des Select (SBO) gewartet wird
- die Daten der Sperre übertragen werden
- die Daten der Sperre ungültig sind
- der aktuell angemeldete Benutzer nicht über die nötige Berechtigungsebene verfügt.

ENTRIEGELN

Eine Entriegelung ist nur dann möglich, wenn:

- die Berechtigungsebene des angemeldeten Benutzers die Ausführung erlaubt
- entsprechend der Konfiguration der Verriegelung:
  - für Befehlsbedingung:
    wenn die Eigenschaft **Entriegelbar** aktiviert wurde
  - für Topologische Verriegelung:
    wenn in der **ALC Konfiguration** der Status *entriegelbar* gewählt wurde.

AKTION SPERRE VON KONTEXTMENÜ

Wird das Bild durch die Befehlsgabeaktion *Sperre* aufgeschaltet, sind nur folgenden Kontrollelemente im Bild sichtbar:

- Rückmeldevariable (Name)
- Rückmeldevariable (Kennung)
- Rückmeldevariable (Wert)
- Rückmeldevariable (Status)
- Rückmeldevariable (Maßeinheit)
- Sperre
- Benutzer
- Sperrcode übernehmen

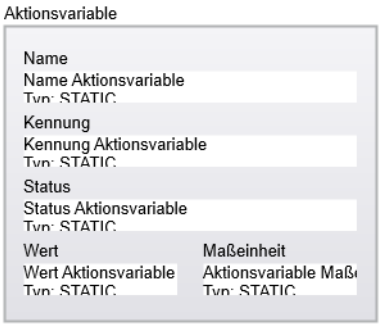
Andere im Bild projektierten Kontrollelemente werden ausgeblendet.

5.4.2.3 Kontrollelemente - Gruppe: Aktion / Befehl

Kontrollelement	Beschreibung
Aktive Aktion / Befehl	Typ der aktivierten Befehlsgabeaktion (**Aktionstyp**). Beispiele: *Schaltbefehl*, *Prüfe Rückmeldewert*).
Schaltrichtung	Wert, der bei der aktiven Aktion projektierten Eigenschaft **Rückmeldezustand/Schaltrichtung**. Je nach aktiver Aktion wird folgender Text angezeigt: ▸ Befehl ▸ Revision ▸ Nachführen ▸ Ersetzen: Text aus Grenzwert je nach Schaltrichtung. ▸ Status: Ein oder Aus ▸ Sonstige: leer

Hinweis: Die Informationen sind auch in der **System Treiber** Variablen *[Befehlsgabe] Identifikation der Aktion* und *[Befehlsgabe]Parameter der Aktion* abgebildet.

5.4.2.4 Kontrollelemente - Gruppe: Aktionsvariable

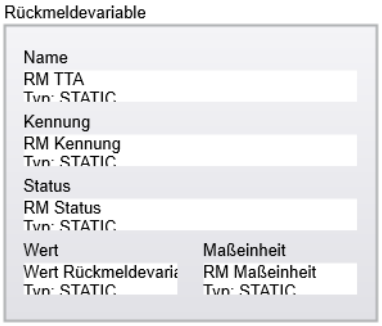


Kontrollelement	Beschreibung
Name	Name der Aktionsvariable.
Kennung	Kennung der Aktionsvariable.
Status	Enthält die Kurzbezeichnungen der Statusbits für die Aktionsvariable. Beispiel: ▸ Bits für COT ▸ Status SE_870 während Select ▸ Status N_CONF (PN-Bit) bei negativer Antwort von SPS **Hinweis:** Die Aktion *Statusvorgabe* beinhaltet die geplante Statusbits der Rückmeldevariable.
Wert	Aktueller Wert der Aktionsvariable oder Eingabefeld für Befehlsgabe-Aktion *Sollwertvorgabe*. **Hinweis:** Bei Treibern die auch das Lesen der Befehsvariablen von SPS erlauben, ändert sich dieser Wert während des Ablauf der Aktion von einem bestehendem zum aktuellen Wert. Dann erst mit COT=7 (COT_actcon) oder WR-SUC wird die Anzeige des Wertes aktualisiert. ▸ Bei projektierter Sollwertvorgabe gilt: Für die Aktion *Sollwert* wird mittels dieses Kontrollelement der zu setzende Wert vorgegeben. Durch Anklicken des Kontrollelements wird dieses in den

Kontrollelement	Beschreibung
	Editiermode geschaltet und die Sollwerteingabe möglich. Mit der **Eingabetaste** wird der Editiermode wieder verlassen. Der neue Wert wird jedoch erst beim Anklicken des Kontrollelements **Bestätigen** gesetzt. Das Kontrollelement ist gesperrt wenn: ▸ Die Rückmeldevariable den Status REVISION(9) gesetzt hat. ▸ Keine Aktion aktiv ist. ▸ Das Bild nicht im Schritt „Stufe 1" ist
Maßeinheit	Maßeinheit der Aktionsvariable

Hinweis: Der Name ist auch in der **System Treiber** Variable *[Befehlsgabe] Name der Aktionsvariable* abgebildet.

5.4.2.5 Kontrollelemente - Gruppe: Rückmeldevariable



Kontrollelement	Beschreibung
Name	Name der Rückmeldevariable
Kennung	Kennung der Rückmeldevariable
Status	Enthält die Kurzbezeichnungen der Statusbits für die Rückmeldevariable.
Wert	Aktueller Wert der Rückmeldevariable
Maßeinheit	Maßeinheit der Rückmeldevariable

Hinweis: Der Name ist auch in der **System Treiber** Variable *[Befehlsgabe] Name der Rückmeldevariable* abgebildet.

5.4.2.6 Kontrollelemente - Gruppe: Selektieren / Ausführen

Kontrollelement	Beschreibung
Ein	Befehlstaste der ersten Stufe, z.B. zum Schließen eines Schalters. Bei aktivierten **SBO** für die Befehlsvariable - sendet eines Select zu Steuerung. **Hinweis:** Nur sichtbar in Stufe 1.
Aus	Befehlstaste der ersten Stufe, z.B. zum Öffnen eines Schalters. Bei aktivierten **SBO** für die Befehlsvariable - sendet eines Select zu Steuerung. **Hinweis:** Nur sichtbar in Stufe 1.
Bestätigen	Befehlstaste der zweiten Stufe - Execute/Operate. Bestätigt die Ausführung des Befehls nach erfolgreicher Überprüfung der Verriegelung und positiver Bestätigung des Select von der SPS. **Hinweis:** Nur sichtbar in Stufe 2.
Abbrechen	Befehlstaste der zweiten Stufe - Cancel. Bricht den Ablauf der Befehlsgabe ab und kehrt in den Schritt „Stufe 1" zurück. **Hinweis:** Nur sichtbar in Stufe 2.
Schließen	Schließt das Befehlsgabefenster in der zenon Runtime.

Hinweis: Die Stufen sind auch in der **System Treiber** Variable *[Befehlsgabe] Bildstufe* abgebildet.

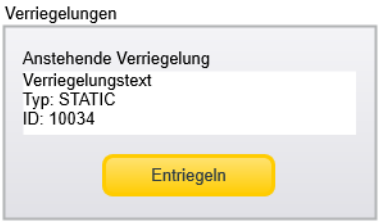
5.4.2.7 Kontrollelemente - Gruppe: Sperre

Kontrollelemente der Gruppe **Sperre** sind gesperrt wenn in der Befehlsgruppe keine Aktion *Sperre* projektiert ist.

Kontrollelement	Beschreibung
Benutzer	Nimmt die Benutzerkennung für die Sperre auf.
Sperrcode	Für die Eingabe des benutzerspezifischen Sperrcode.
Bemerkung	Optionaler Text welcher bei der Sperre vom Benutzer eingegeben werden kann.
Sperren	Aktiviert eine Sperre durch den beim Kontrollelement **Benutzer** eingegebenen Benutzer. **Hinweis:** Diese Bedienhandlung wird, wenn durch die Projektierung nicht unterdrückt, in der CEL protokolliert.
Entsperren	Entfernt die Sperre, die - vom im Kontrollelement **Benutzer** eingegebenen Benutzer - ausgelöst wurde. Dadurch ist gewährleistet, dass nur eigene Sperren aufgehoben werden. **Hinweis:** Diese Bedienhandlung wird, wenn durch die Projektierung nicht unterdrückt, in der CEL protokolliert.

Kontrollelement	Beschreibung
Sperrliste	Liste der aktiven Sperren: ▸ *Benutzer* Name des Benutzers, welcher die Sperre aktiviert hat. ▸ *Sperrzeit* Zeitstempel der Verriegelung. ▸ *Bemerkung* Text für die Verriegelung.

5.4.2.8 Kontrollelemente - Gruppe: Verriegelungen



Kontrollelement	Beschreibung
Verriegelungstext	Die anstehende Verriegelung (auf Seite 168) laut Projektierung oder Texte aus ALC - Topologischen Verriegelung (auf Seite 37).
Entriegeln	Diese Schaltfläche entriegelt eine anstehende, entriegelbare Verriegelung. **Hinweis:** Dieses Kontrollelement wird nur angezeigt, wenn das Bild sich im Schritt „Entriegeln" befindet (Kapitel: **Ablauf im Befehlsgabebild**). Das Kontrollelement ist gesperrt, wenn die anstehende Verriegelung nicht entriegelbar ist.

Hinweis: Die Verriegelungstexte sind auch in der **System Treiber** Variable *[Befehlsgabe] Verriegelungsmeldung* abgebildet.

5.4.3 Nachladen

Beim Nachladen einer Befehlsgabe-Projektierung in der Runtime ist folgendes zu berücksichtigen:

- Wenn eine Laufzeitüberwachung, Flankenbildung oder SBO aktiv sind, wird das Nachladen so lange verzögert, bis diese beendet sind.
- Ein geöffnetes Bild vom Typ *Befehlsgabe* wird geschlossen und der Ablauf nach dem Nachladen in Abhängigkeit des aktuellen Schrittes wieder begonnen:

Schritt vor dem Nachladen	Verhalten nach dem Nachladen
Stufe 1	Bild wird wieder für Stufe 1 aufgeschaltet.
Entriegelung oder Stufe 2	Schritt Entriegelungsstufe wird aktiviert. Die Verriegelungsprüfung wird erneut ausgeführt.
Sperre	Sperre wird wieder aktiviert.

- Vor dem erneuten Aufschalten werden die Rückmeldevariable, Befehlsvariable, Bedingungsvariablen, Befehlsgruppe und Aktion neu ermittelt. Wenn eines der Objekte nicht mehr vorhanden ist, werden die Kontrollelemente in der Runtime gesperrt.
- Wurde bei der Variable - welche zum Aufruf der Befehlsgabe diente - die Befehlsgruppe entfernt oder getauscht, wird das Bild mit gesperrten Kontrollelementen aufgeschaltet. Das Bild ist dann erneut aufzuschalten oder die Befehlsgabe ist erneut auszuführen.
- Wenn die Befehlsgruppe bei der Rückmeldevariable entfernt oder getauscht wurde, werden alle von der Befehlsgabe ausgelösten Sperren von der Variablen entfernt.
- Wenn ein Benutzer - welcher eine Befehlssperre aktiviert hatte - nicht mehr existiert, wird die Sperre entfernt. Das Statusbit *M1* und die *LOCK.BIN* Datei werden entsprechend aktualisiert.

5.4.4 Protokollierung in der CEL

In der CEL werden neben den Schaltaktionen folgende Benutzerhandlungen protokolliert.

Parameter	Beschreibung
Entriegeln	Das Entriegeln einer anstehenden Verriegelung wird in der CEL vermerkt.
Alles Entriegeln	Es wird für jede entriegelte Verriegelung ein entsprechender CEL Eintrag erstellt.
Aktion ausführen	Wenn die Aktionseinstellung „CEL-Eintrag unterdrücken“ nicht aktiv ist, dann wird die Aktionsausführung in der CEL protokolliert.

5.4.5 Serverwechsel im Redundanzbetrieb

Wenn der Standby Server die Rolle des Prozessführendes Server übernimmt, übernehmen die Treiber des aktuellen Prozessführenden Servers das Schreiben zur Steuerungen. Dadurch wird ein laufendes **Select Before Operate** abgebrochen.

Auch die Betreuung des **Select im Netzwerk** - Statusbit *NET_SEL* - der Rückmeldevariable von bisherigen prozessführenden Server kann nicht übernommen werden und die Befehlsgabe muss erneut ausgeführt werden.

Beachten Sie das Verhalten der Runtime (auf Seite 213), wenn eine Redundanz-Umschaltung nicht durch einen Ausfall des Prozessführenden Servers sondern von Benutzer angestoßen wird.

5.4.6 Runtime beenden

So lange aktive Aktionen im System noch anstehen, wird das ordnungsgemäße Beenden der Runtime (z. B. über einen Funktionsaufruf) verzögert.

Ein aktiver **Select Before Operate** Ablauf, verzögert das Beenden der zenon Runtime ebenso. Bei aktiviertem **Select Before Operate** wird eine Deaktivierung (Cancel) durchgeführt.

Info

Diese Situation tritt vor allem bei einstufiger Ausführung der Befehlsgabeaktion *Pulsbefehl* mit Laufzeitüberwachung und oder Flankenbildung auf. Die Runtime wird erst beendet, nachdem die Aktion abgeschlossen wurde.

5.4.7 Rückmeldevariable sperren

Eine Rückmeldevariable ist gesperrt wenn das Benutzerstatus Bit *M1* gesetzt wurde.

In der Aktion *Sperre* kann - durch Eingabe des Benutzernamen sowie einem (bei der Benutzerdefinition projektierten) **Sperrcode** - die Sperre aktiviert oder deaktiviert werden. Für jede Rückmeldevariable kann ein Benutzer eine Sperre aktivieren. Mehrere Benutzer können dieselbe Rückmeldevariable sperren.

Die aktiven Sperren sind remanent in der Datei *LOCK.BIN* gespeichert, und werden auch nach einem Neustart des Systems weiter berücksichtigt.

Info

Für die Sperren erfolgt eine automatische Synchronisation im zenon Netzwerk. Dadurch können Sperren auch im redundanten Betrieb eingesetzt werden.