zenon Handbuch

Automatic Line Coloring (ALC) - Topologie

v.7.60

©2017 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. Automatic Line Coloring (ALC) - Topologie 5

3. ALC Elemente 7

3.1 Verfahrenstechnische Elemente 8

3.1.1 Beispiel Schalter - Farben aus ALC 13

3.1.2 Anschlusspunkte bei verfahrenstechnischen Elementen 17

3.1.3 Eingang/Ausgang tauschen 19

3.2 Leitungen 19

3.2.1 Beispiel 24

3.2.2 Anschlusspunkte bei Leitungen 25

3.3 Überprüfung der Projektierung 27

4. Konfiguration 28

4.1 Konfiguration der Quellen 28

4.1.1 Modus der Einfärbung für UNDEFINED 32

4.2 Konfiguration der Topologischen Verriegelung 33

4.2.1 Trenner unter Last - Verriegelungsbedingungen 36

4.3 Konfiguration der Bildmarker 37

5. Funktion: ALC-Quellenfarbe ändern 39

6. Alias für Detailbilder 41

7. Fehlerortung in elektrischen Netzen 44

7.1 Erdschlusssuche 45

7.1.1 Modus der Erdschlusssuche 46

7.1.2 Erdschlusserkennungstyp 47

7.1.3 Erdschlussanzeige 48

7.1.4 Erdschlusserkennung Auslösung 49

7.1.5 Erdschlusssuche starten 49

7.1.6 Erdschlussmeldung quittieren 50

7.1.7 Erdschlusssuche beenden 51

7.2 Kurzschlusssuche 52
7.2.1 Kurzschlusserkennungstyp 53
7.2.2 Kurzschlussanzeige 53
7.2.3 Kurzschlusserkennung Auslösung 54
7.2.4 Kurzschlussmeldung quittieren 55
8. Impendanzbasierte Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung 56
8.1 Impedanzbasierte Fehlerortung des Kurzschlusses 56
8.1.1 Projektierung im Editor 57
8.2 Erweitertes topologisches Modell 58
8.3 API 60

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 bitte per E-Mail an documentation@copadata.com (mailto:documentation@copadata.com).

PROJEKTUNTERSTÜTZUNG

Unterstützung bei Fragen zu konkreten eigenen Projekten erhalten Sie vom Support-Team, das Sie per E-Mail an support@copadata.com (mailto:support@copadata.com) erreichen.

LIZENZEN UND MODULE

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

2. 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

Der ALC Algorithmus durchläuft von einer Quelle ausgehend jeden Schalter pro Richtung nur einmal.

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 41) kann mit den Daten unterschiedlicher Anlagenteile, z. B. Abgängen oder Teilnetzen, dargestellt werden.

Lizenzinformation

Für Editor und Runtime (Einzelplatz, Server, Standby) lizenzpflichtig.

Nicht lizenzpflichtig für Runtime-Client.

Lizenzierung erfolgt über zenon Energy Edition.

- ALC: In der Lizenz für die Energy Edition enthalten, stellt grundlegende Eigenschaften der Linieneinfärbung zur Verfügung.
- Topologie-Paket: Benötigt zusätzliche Lizenzierung am Server (nicht am Client) und erweitert ALC um:
  - Mehrfachversorgung
  - gesicherte Versorgung
  - Topologische Verriegelungen
  - Topologische Elemente Trafo und Trenner
  - Fehlerortung (ab Version 6.50)

3. 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 8) (Quelle, Schalter, Trenner, Senke, Trafo oder Link) und zum anderen Leitungen (auf Seite 19).

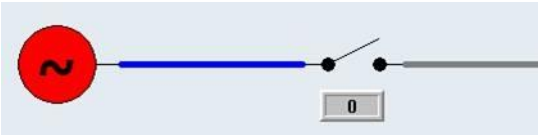
Dabei ist es so, dass die verfahrenstechnischen Elemente eine Funktion und eine Farbe (Quelle und Trafo) besitzen. Wenn die verfahrenstechnischen Elemente aktiv sind, übernehmen die abgehenden Leitungen bei Quelle und bei Trafo die Farbe dieser Elemente oder nehmen bei Schalter und bei Link die Farbe 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.

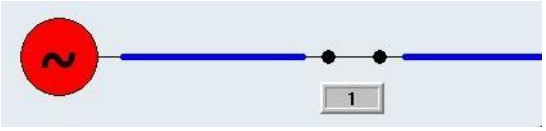
BEISPIEL

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.

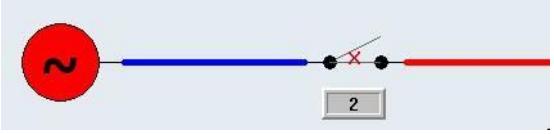
Quelle inaktiv



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 Verfahrenstechnische Elemente

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

Folgende Einstellungen stehen zur Verfügung:

Eigenschaft	Beschreibung
Funktionstyp	Gibt den verfahrenstechnischen Typ des Combi-Elements an.
`Abschluss`	Für Sammelschienenende. Unterdrückt beim Kompilieren im Editor die Fehlermeldung "**Linie nur einseitig angeschlossen**".
`Generator`	Ein Generator verhält sich prinzipiell wie eine Quelle, nur dass er grundsätzlich als eigenständig und nicht-netzsynchron angenommen wird.
`keine Funktion`	Das Element hat im ALC keine Funktion. **Hinweis:** Der Funktionstyp "`keine Funktion`" ist der Defaultwert.
`Link`	Ein Link ist dazu da, um eine Leitung an einer anderen Stelle fortzuführen. Wird ein Link durch eine Leitung 'versorgt', so sind alle anderen Links mit derselben identischen Link-Nummer 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 Leitungen realisieren. Es ist zulässig, dass es mehr als zwei Links mit derselben Link-Nummer im Projekt gibt. Links können durch mehrere Leitungen gleichzeitig versorgt werden oder mehrere Abgänge versorgen. Prinzipiell gibt es keine Unterscheidung wischen Zu- und Abgängen. Die Quelleninformationen werden an alle angeschlossene Leitung weitergegeben. **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. Ein Link kann nicht aktiv oder inaktiv geschaltet werden: er ist immer aktiv.
`Quelle`	Dient als Lieferant für eine Farbe. Ist die Quelle aktiv (Wert: `1`), bekommen alle angeschlossenen Leitungen, die in den Elementeigenschaften 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 Einpol, dem eine statische Quellenummer zugeordnet ist. Die Quelle ist über den Zustand ihrer Hauptvariable schaltbar. Quellen gelten grundsätzlich als netzsynchron und kuppelbar. Details zur Quelle finden Sie im Kapitel Konfiguration der Quellen (auf Seite 28).
`Schalter`	Damit können Leitungen unterbrochen werden. Ist der Schalter `geschlossen/aktiv` (Wert: `1`), dann ist die Verbindung zwischen zwei Leitungen geschlossen und die Leitung verfärbt sich bis zum nächsten Schalter mit der definierten Farbe der Quelle. 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, verfärbt sich die Leitung in die Farbe `undefiniert` aus der ALC Konfiguration in den Projekteigenschaften. Ein 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 13). **Hinweis**: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang

	und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt.
`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 DIF: Wert `2` -> Schieber teilweise geöffnet -> Weiterleitung ▸ Schieber STO: Wert `3` -> Schieber gestört Hinweis: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt.
`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.
`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 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. Hinweis: Ist die Eigenschaft **Eingang/Ausgang tauschen** aktiv, werden Eingang und Ausgang dieses Elements für das ALC umgekehrt. Das `Rückschlagventil` wird auch von der topoligischen Verriegelungen (auf Seite 33) berücksichtigt.

`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 geschaltet. 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. **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 Weiterverbreitung die Quellnummer der Eigenschaft **Quelle für Rückspeisung** und nicht die der Eigenschaft **Quelle** verwendet wird. **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.
`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.

Die - bei den Funktionstypen Quelle und Trafo - angegebene Quellennummer werden 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-NUMMER

Parameter	Beschreibung
Quelle	Hier erfolgt die Zuweisung der Quelle zum Element. Zur Auswahl in der Auswahlbox 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 28). **Achtung:** für die eigene Quellen im Projekt sind die vordefinierte Systemquellen (ID 0..9) ungeeignet; Ausnahme - die Erde.
Link-Nummer	Für den Funktionstyp `Link` wird hier die Link-Nummer frei eingestellt. Alle identischen Link-Nummern im Projekt korrelieren miteinander. Genaue Beschreibung beim Funktionstyp `Link`. Diese Eigenschaft ist nur aktiv, wenn als Funktionstyp `Link` gewählt wurde.

VARIABLEN DER VERFAHRENSTECHNISCHEN ELEMENTEN

Damit einem Schalter (und Trenner, 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.

Bei einer Quelle wird der Zustand - "vorhanden" (EIN) / "nicht vorhanden" (AUS) - ebenso über die verknüpfte Hauptvariable ausgewertet. Hier aber am besten geeignet sind die Interne Variablen von Datentyp BOOL. Dann kann (so wie es im Echt üblich ist) die Quelle mit der Rest der Topologie über ein

Schalter oder Trenner verbunden werden, so dass erst die Position des Schalters die Farbe der Quelle weiterleitet.

Hinweis: für die Hauptvariable einer Quelle, die über ein Schalter/Trenner mit dem Netz verbunden ist, z.B. der Erde, legen Sie eine Variable von **Intern Treiber** ein, konfigurieren Sie sie mit **Berechnung** `Netzwerk` und **Initialwert** `1` ("immer vorhanden"). Alternativ, können Sie auch eine Quelle direkt mit der Prozessvariable verknüpfen (die Quelle und deren Schalter in einem) wenn Sie beim schalten der Quelle keine **Topologische Verriegelungen** brauchen.

ZUSTÄNDE

- 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 einzelnen Zuständen des Combi-Elementes die Farbe und Füllfarbe* ***Aus ALC*** *aktiviert, werden zur Runtime nicht nur Leitungen, aber auch die verfahrenstechnischen Elemente, eingefärbt.*

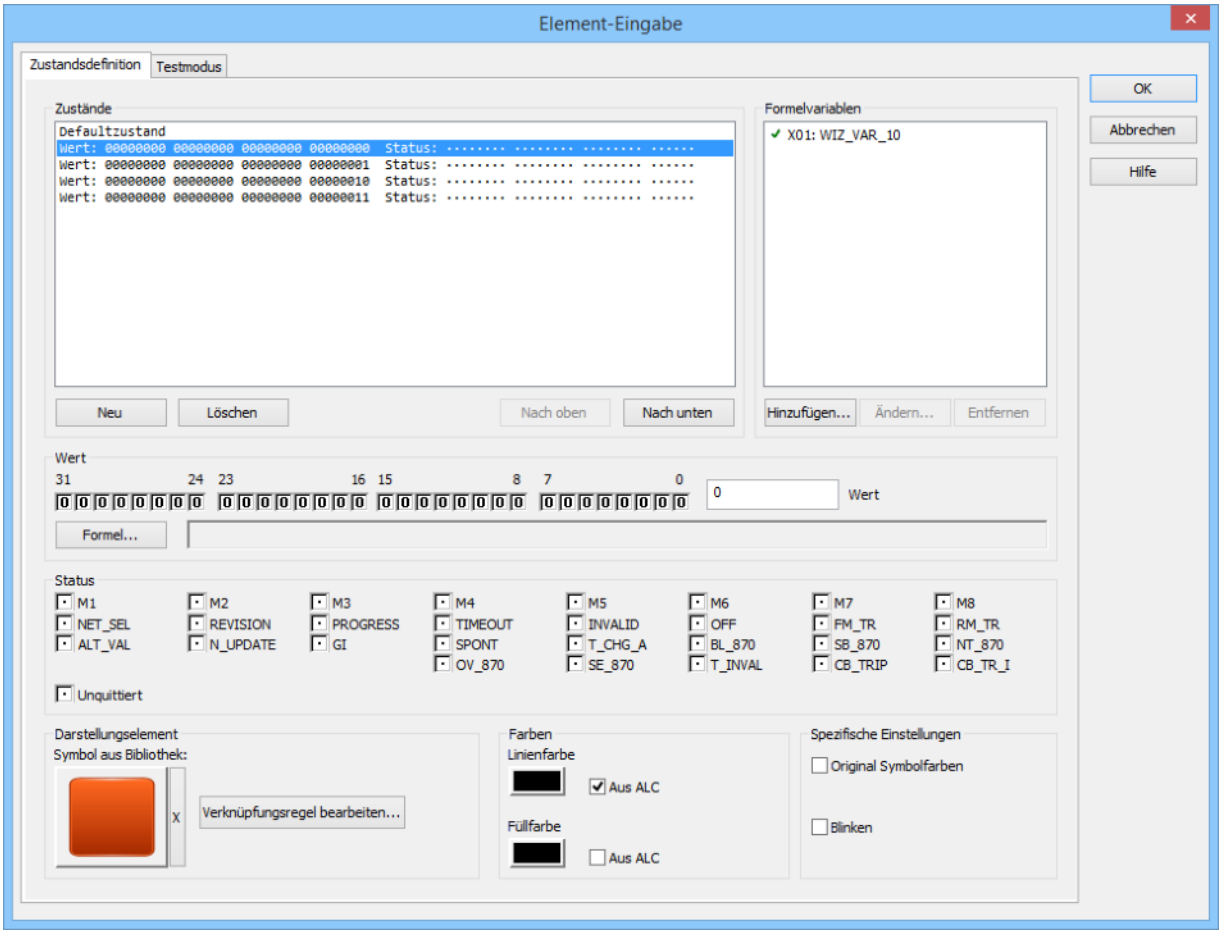
3.1.1 Beispiel Schalter - Farben aus ALC

BEISPIEL 1

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

1. Projektierung im Editor:
   - Combielement mit Wertzustand `00`

- Linienfarbe aus ALC aktiv



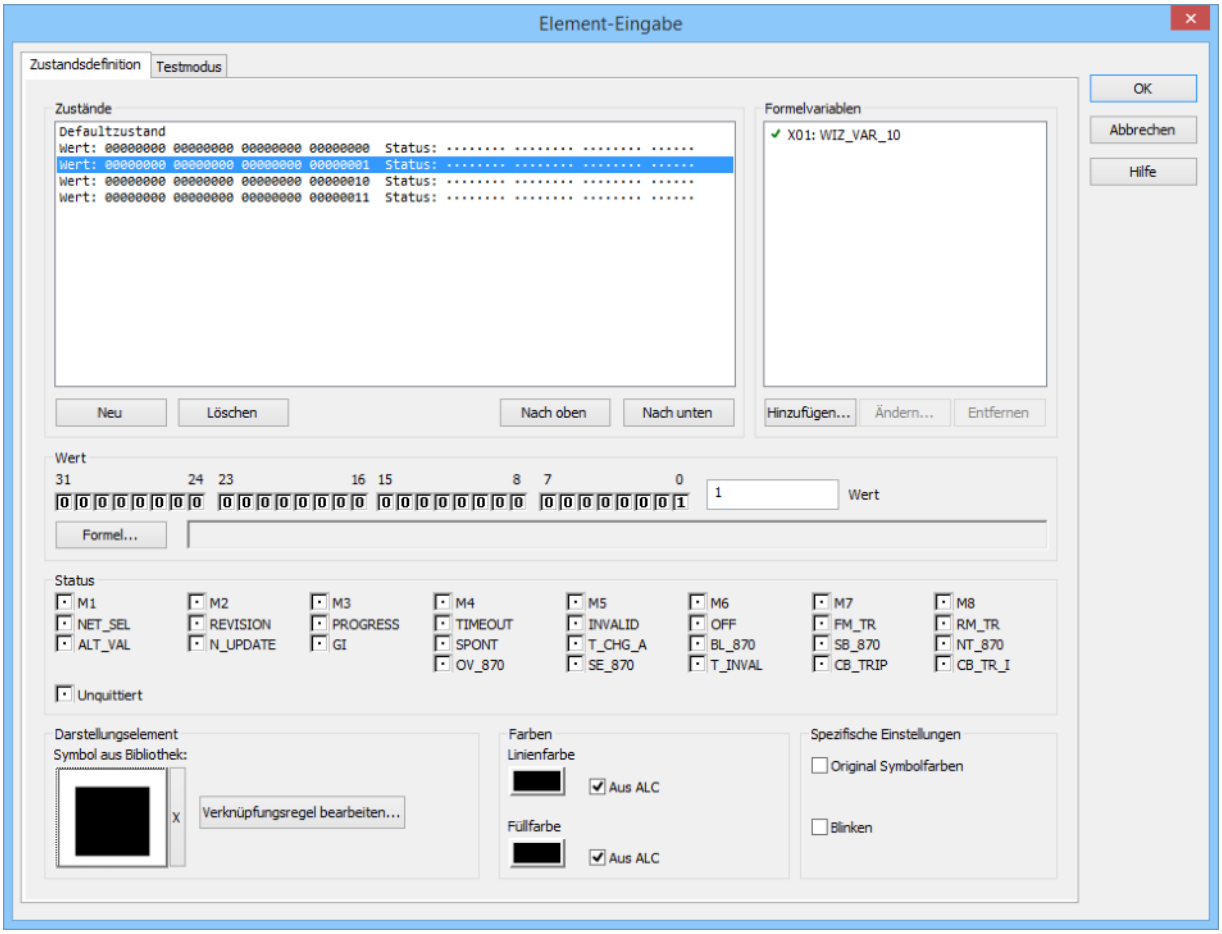
2. ergibt zur Runtime bei:
   - Quellenfarbe: grün
   - Farbe unbespannt: weiß
   - Schalterzustand: `aus/offen` (Wert `0`)

BEISPIEL 2

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

1. Projektierung im Editor
   - Combielement mit Wertzustand `01`
   - Linienfarbe aus ALC aktiv

- Füllfarbe aus ALC aktiv



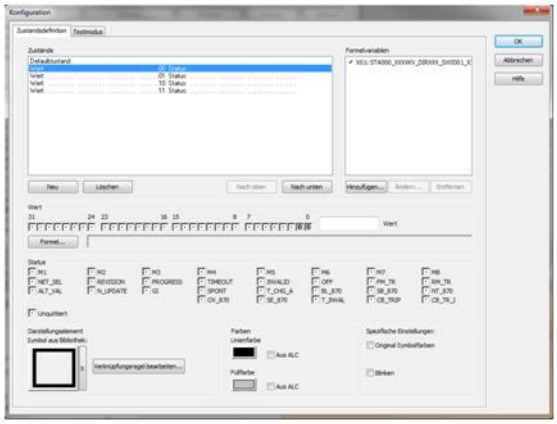
2. ergibt zur Runtime bei:
   - Quellenfarbe: `grün`
   - Farbe unbespannt: `weiß`
   - Schalterzustand: `ein/geschlossen` (Wert `1`)

BEISPIEL 3

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

1. Projektierung im Editor:
   - Combielement mit Wertzustand `00`

- Linienfarbe aus ALC nicht aktiv

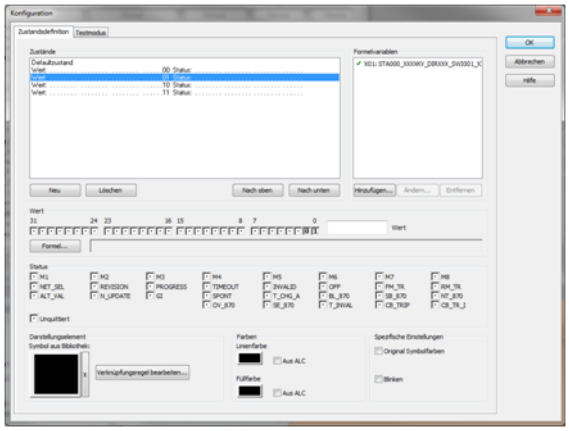


2. ergibt zur Runtime bei:
   - Quellenfarbe: `grün`
   - Farbe unbespannt und Konstruktionsfarbe der Linie: `weiß`
   - definierte Linien- und Füllfarben des Combielements: `schwarz`
   - Schalterzustand: `aus/offen` (Wert `0`)

BEISPIEL 4

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

1. Projektierung im Editor
   - Combielement mit Wertzustand `01`
   - Linienfarbe aus ALC inaktiv
   - Füllfarbe aus ALC inaktiv



2. ergibt zur Runtime bei:

- Quellenfarbe = grün
- Farbe unbespannt und Konstruktionsfarbe der Linie: `weiß`
- definierte Linien- und Füllfarben des Combielements: `schwarz`
- Schalterzustand: `ein/geschlossen` (Wert `1`)

3.1.2 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).

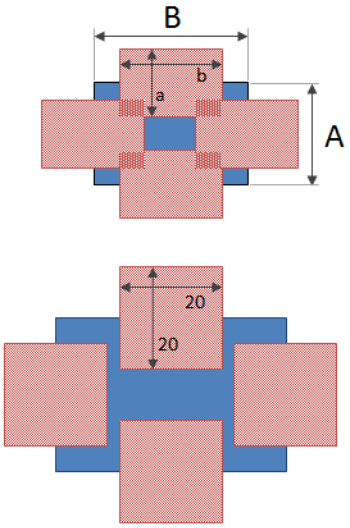
> **Achtung**
>
> *Verwenden Sie ALC Elemente nur im nicht gedrehten Zustand, denn:*
>
> *Die Berechnung des Topologischen Modells für ALC erfolgt im Editor auf Basis der Positionen der Elemente im nicht gedrehten Zustand und ohne Berücksichtigung etwaiger Dynamiken.*

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 symetrisch 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 Trafos 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 Trafos 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.

3.1.3 Eingang/Ausgang tauschen

Wenn ein Trafo, 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

3.2 Leitungen

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

Ist für eine Leitung die Eigenschaft **Farben aus ALC** aktiviert, so wird die Farbgebung aus der 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, oder bleibt bei 'leer/unbespannt' so wie im Bild bei 'Farben statisch' oder bei 'Farben dynamisch' projektiert.

Die Darstellungsart 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 Versorgung der Leitung durch nur eine einzige Quelle wird die projektierte Quellenfarbe zur Einfärbung verwendet. Die Linienbreite wird nicht beeinflusst.
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 System- 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: Ist eine Leitung ▸ `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, dann wird die Linie doppelt breit und zweifärbig gestrichelt dargestellt.

Mehrfachversorgung darstellen	Wird eine Leitung durch mehrere unterschiedliche Quellen gleichzeitig versorgt, spricht man von einer 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**. ▸ 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. 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: 1. Die eingestellte RGB-Farbe wird in den HLS Farbraum umgerechnet. 2. L (also Luminanz = Helligkeit) wird neu berechnen mit NeueLuminanz = 240*3/4 + L/4 3. 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.
Alias	Öffnet Dialog (auf Seite 41) zur Auswahl eines Alias

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 zur Runtime wird nach folgender Prioritätenliste durchgeführt:

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

3.2.1 Beispiel

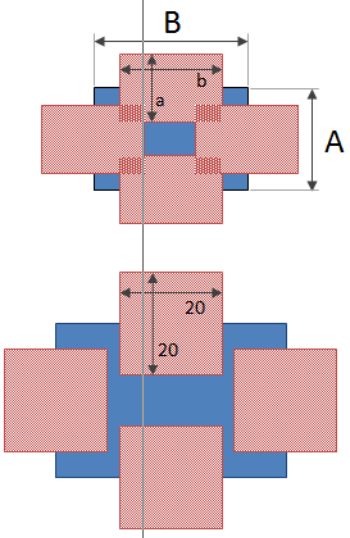
Es wird im Folgenden angenommen, dass der 'Quelle 0' die Farbe blau zugewiesen ist, während 'Quelle 1' die Farbe rot hat. Außerdem ist 'Quelle 0' die höchstpriore Quelle.

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		



3.2.2 Anschlusspunkte bei Leitungen

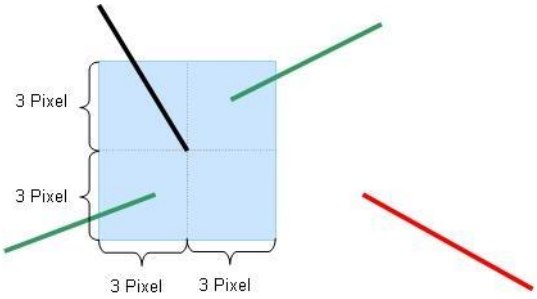
Beim Projektieren erfolgt der Anschluss einer Leitung (Linie, Polylinie oder Rohrleitung) an eine weitere Leitung durch überlappende Projektierung im Bild an so genannten 'Fangpunkte' der Leitungen. Die Fangpunkte - eigentlich sind es Fangbereiche - befinden sich jeweils am Anfang und am Ende einer jeden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



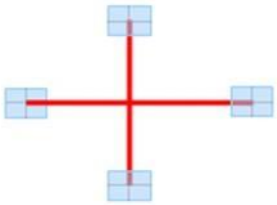
Info

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.

3.3 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 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-Aliasen.

4. Konfiguration

Um ALC zu konfigurieren:

1. navigieren Sie in den Projekteigenschaften in 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 28)

     Legen Sie neue Quellen ein - in der gewünschten Farben für die Topologie.

     Hinweis: Beachten Sie dabei dass die Systemquellen (ID 0..9) eine vordefinierte Bedeutung bereits haben oder für zukünftige Versionen reserviert sind.

     Berücksichtigen Sie auch die Grundsätze für Einfärbung für UNDEFINED (auf Seite 32).
   - Verriegelungen (auf Seite 33)

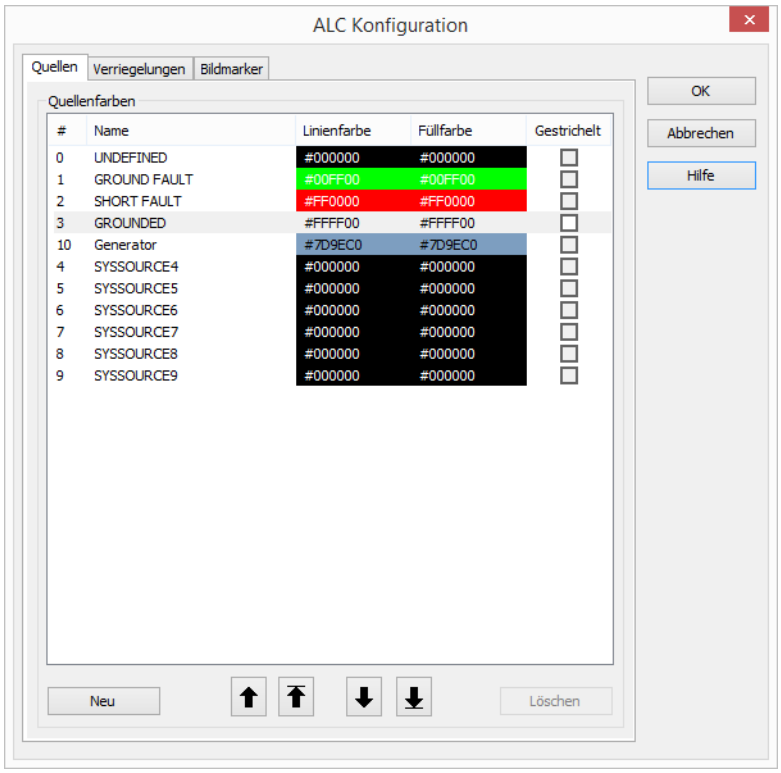
     Konfigurieren Sie welche **Topologische Verriegelungen** das Modul **Befehlsgabe** berücksichtigen soll.
     Hinweis: der Reiter ist sichtbar nur mit der Lizenz von Topologie-Paket.
   - Bildmarker (auf Seite 37)

     Konfigurieren Sie die Farbtabelle für die Bildmarker für die **Impendanzbasierte Fehlerortung**.
     Hinweis: der Reiter ist sichtbar nur mit der Lizenz von Topologie-Paket.

4.1 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 Funktion haben (z.B. GROUNDED - die Farbe der Quelle "Erde") dürfen nicht umfunktioniert werden. Die, die in der aktuellen zenon Version noch keine Funktionalität haben, bleiben für die zukünftige Versionen reserviert.

Die Quellenfarben ab ID #10 stehen frei zur Verfügung für die verfahrenstechnische Elemente, z.B. Quelle: "Generator" oder "110kV" etc. Fügen Sie dafür weitere Farben hinzu.



#	Name	Linienfarbe	Füllfarbe	Gestrichelt
0	UNDEFINED	#000000	#000000	☐
1	GROUND FAULT	#00FF00	#00FF00	☐
2	SHORT FAULT	#FF0000	#FF0000	☐
3	GROUNDED	#FFFF00	#FFFF00	☐
10	Generator	#7D9EC0	#7D9EC0	☐
4	SYSSOURCE4	#000000	#000000	☐
5	SYSSOURCE5	#000000	#000000	☐
6	SYSSOURCE6	#000000	#000000	☐
7	SYSSOURCE7	#000000	#000000	☐
8	SYSSOURCE8	#000000	#000000	☐
9	SYSSOURCE9	#000000	#000000	☐

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 IDs 0 bis 9 sind für Systemquellen reserviert und dürfen nicht benutzerspezifisch verwendet werden.
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 Maustaste die Quellenbezeichnung anklicken. Dadurch wird in einen Editiermodus umgeschaltet. Mit der 'Enter' 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.
Gestrichelt	Checkbox zum aktivieren. Wenn aktiv, wird Linie gestrichelt gezeichnet. Hinweis: Diese Checkbox kann nur für **GROUNDED** aktiviert werden. Bei allen anderen Quellen ist diese Checkbox ausgegraut.
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 (Pfeilsymbol)	Verschiebt ausgewählte Quelle um eine Position nach unten.
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 Maustaste die Farbbezeichnung an.

   Das Feld wird in den Editiermodus umgeschaltet.
2. Geben Sie den Code ein.
3. Drücken Sie die Taste `Eingabe` 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`

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.

4.1.1 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 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.

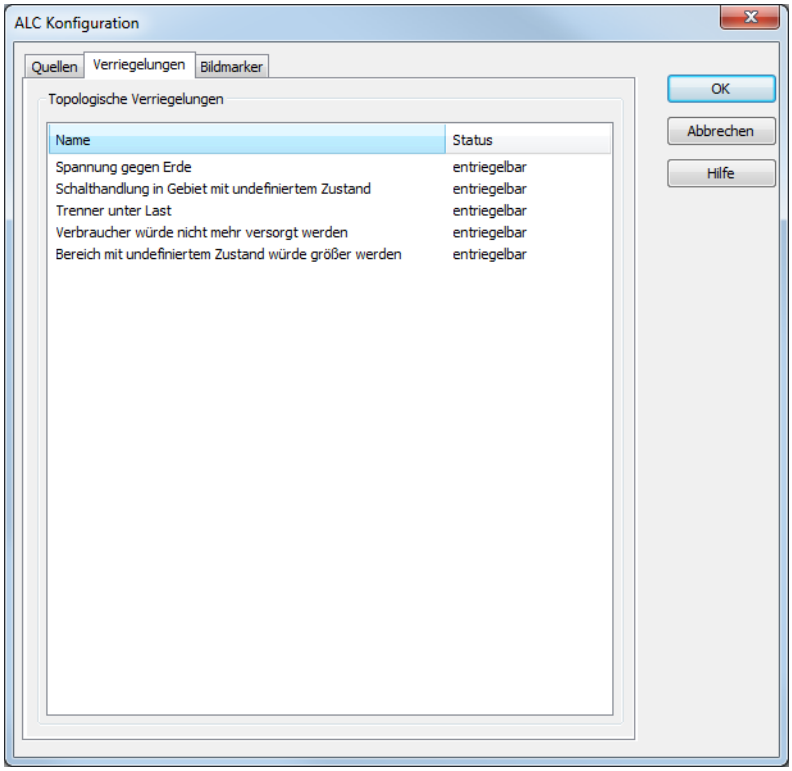
4.2 Konfiguration der Topologischen Verriegelung

In der Runtime, kann das Modul **Befehlsgabe** die Verriegelungen automatisch errechnen, die aus dynamischen Zustand des elektrischen Netzes erfolgen, dessen Topologie mit **ALC** projektiert wurde. Anhand der projektierter mit ALC Topologie des Netzes und aktuellen Zuständen (`EIN` / `AUS`) der Quellen, Schaltern, Trennern etc. kann die **Befehlsgabe** automatisch erkennen dass die Ausführung eines Befehls zur Folge z.B. die "Spannung gegen Erde" haben wird, und dann doch die Ausführung des Befehls verhindern.

Die Überprüfung der topologischen Verriegelungen aus der **ALC** für die **Befehlsgabe** wird zentral - für jeweiliges Projekt - konfiguriert. Dabei wird auch entschieden ob ein Benutzer eine Verriegelung entriegeln kann (vorausgesetzt er verfügt auch über **Berechtigunsebene zur Entriegelung** der Aktion).

Info

Dieser Dialog ist nur verfügbar, wenn sowohl die Energy Edition als auch das Modul ***Automatic Line Coloring*** *lizenziert sind (Topologiepaket).*



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 dessen anderer Anschluss bespannt oder undefiniert ist.
Schalthandlung in Gebiet mit undefiniertem Zustand	Verriegelung ist aktiv, wenn ein `Schalter`/`Trenner` geschlossen werden soll, bei dem beide Anschlüsse auf 'undefiniert' oder 'gestört' liegen.
Trenner unter Last	Verriegelung ist aktiv, wenn für das Einschalten oder Ausschalten des `Trenners` bestimmte Bedingungen erfüllt werden. Bedingungen: siehe Abschnitt "Trenner unter Last - Verriegelungsbedingungen (auf Seite 36)".
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.
Bereich mit undefiniertem Zustand würde größer werden	Verriegelung ist aktiv, wenn ein `Schalter`/`Trenner` geschlossen werden soll, bei dem ein Anschluss auf 'undefiniert' oder 'gestört' liegt und der andere nicht. Sie wird auch gemeldet wenn der `Befehl` mit der **Schaltrichtung** `keine` konfiguriert wurde.

Wenn Sie bei einer dieser Verriegelungen in die Spalte **Status** klicken, öffnet sich eine Dropdownliste mit drei Auswahlmöglichkeiten:

Parameter	Beschreibung
nicht prüfen	Die ausgewählte Bedingung wird in diesem Projekt (topologischen Modell) nicht berücksichtigt.
entriegelbar	Die ausgewählte Bedingung wird in diesem Projekt überprüft. Trifft die Bedingung zu, so kann sie der Benutzer der Befehlsgabe entriegeln (im Bild vom Typ **Befehlsgabe**). Die Entriegelung wird in der **CEL** mitprotokolliert.
nicht entriegelbar	Die ausgewählte Bedingung wird in diesem Projekt überprüft. Der Benutzer kann sie nicht entriegeln.

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 auf den selben Variablenwert geschaltet wird wie der Ausgangswert, also wenn der Schalter:
  - auf AUS ist und danach auf AUS nachgeführt oder ersetzt wird
  - auf EIN ist und danach auf EIN nachgeführt oder ersetzt wird

4.2.1 Trenner unter Last - Verriegelungsbedingungen

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

BEIM EINSCHALTEN 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 DES TRENNERS:

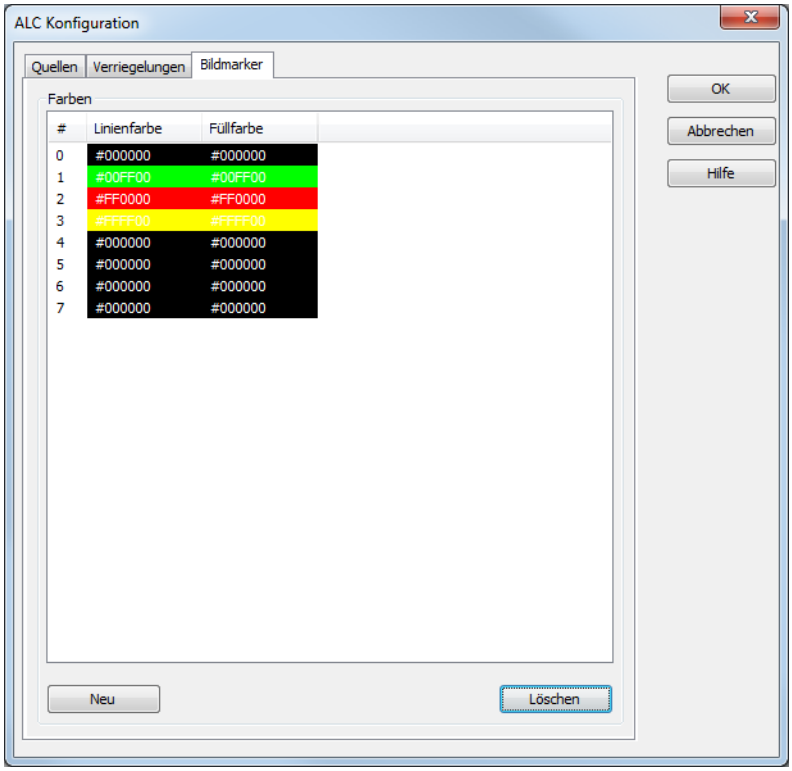
Es wird überprüft ob die Topologie nach dem Schalten `AUS` wird sich in einem der Zustände befinden:

- 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 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 einen Leitung handeln, an der ausschließlich nur dieser Trenner angeschlossen ist (eine offene Leitung).

4.3 Konfiguration der Bildmarker

Hier konfigurieren Sie die Farbtabelle für die Bildmarker für die impendanzbasierte Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung (auf Seite 60). 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 Maustaste die Farbbezeichnung an.

   Das Feld wird in den Editiermodus umgeschaltet.
2. Geben Sie den Code ein.
3. Drücken Sie die Taste `Eingabe` 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**.

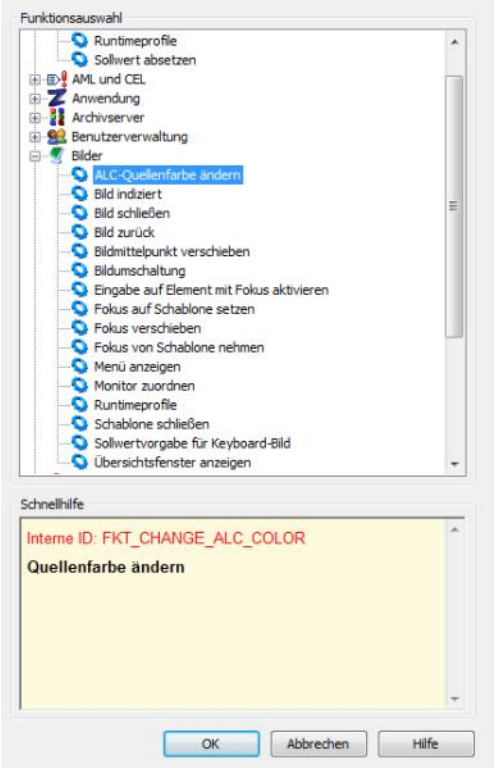
Element	Bedeutung
#	Kennzeichnung dafür, dass ein Hexadezimaler Farbcode verwendet wird.
RR	2 Stellen für den Rotwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. `0-255` entspricht `0-FF`
GG	2 Stellen für den Grünwert der Farbe in Hexadezimaler Nomenklatur. `0-255` entspricht `0-FF`
BB	2 Stellen für den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

5. Funktion: ALC-Quellenfarbe ändern

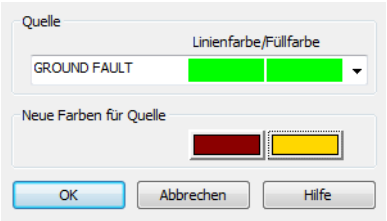
Mit der Funktion **ALC-Quellenfarbe ändern** kann die Vordergrund- und Hintergrundfarbe einer ALC-Quelle für die Einfärbung zur Runtime vorübergehend geändert werden. Die Änderung bleibt bis zum Beenden der Runtime, Nachladen oder erneuten Ausführung der Funktion geändert. Um die Funktion zu erstellen:

- 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.

6. Alias für Detailbilder

Für die Darstellung von Einzelbildern kann mit der Hilfe von 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. Sie beziehen sich dazu auf einen Alias der Bildelemente aus dem Gesamtbild.

> **Achtung**
>
> *Aliase sind nur innerhalb eines Projekts gültig!*
>
> *Das bedeutet für Symbole, die Elemente mit Verknüpfungen zu Aliasen 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

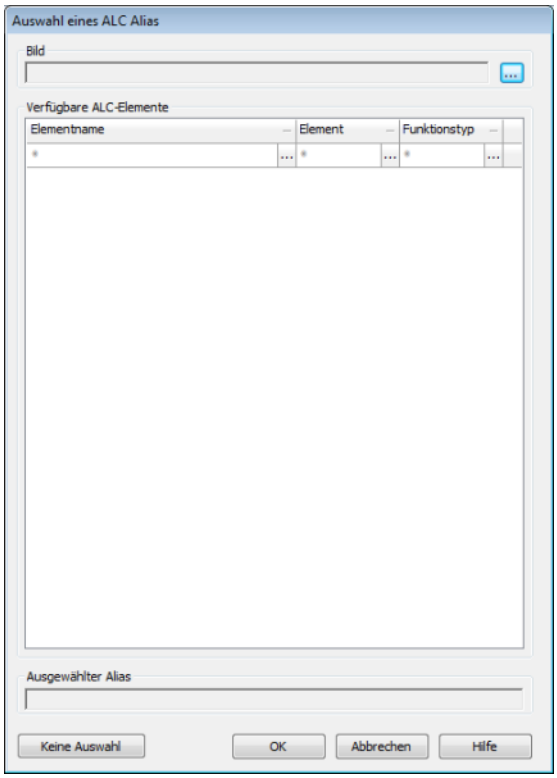
> **Achtung**
>
> Ein ALC Alias kann nicht angelegt werden, wenn im Namen des ausgewählten Bildes ein Punkt (**.**) enthalten ist.
>
> Lösung: Ersetzen Sie den Punkt im Bildnamen durch ein anderes Zeichen, z.B. einen Unterstrich (_).

Um ein Quellelement als Alias anzulegen:

- Aktivieren Sie in den Eigenschaften des Elements **Alias verwenden**.

  Dazu muss ALC lizenziert sein und die Eigenschaft **Farbe aus ALC** aktiv.
- 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. 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.

Hinweis: Die Substituierung über Indexvariablen ist nicht möglich.

7. Fehlerortung in elektrischen Netzen

Die Fehlerortung kennzeichnet Netzteile, die mit Erdschluss oder Kurzschluss behaftet sind, durch spezielle Einfärbungen im ALC. Anfangspunkte für die Fehlersuche sind so genannte Erdschluss- oder Kurzschlussmelder (z.B. eines Schutzgeräts), die einem Leistungsschalter zugeordnet sind. Es wird angenommen, dass die Erdschluss- und Kurzschlussmelder sich immer am Ausgang des Leistungsschalter-Elements befinden. Deswegen sollen die entsprechende Variablen (mit Meldungen des Schutzgeräts) mit ALC Elementen von Funktionstyp `Schalter` verknüpft werden.

Die Meldungen von Schutzgeräten werden durch spezielle Einfarbungen dargestellt - mit der Quellenfarben ID 1 und 2, jedoch nur wenn die Meldung antrifft während die Leitungen bespannt sind. Parallel dazu werden die Meldungen auf die zusätzliche Variablen für die Anzeige gesetzt. Damit können im Bild auch grafische Fehleranzeigen dargestellt werden, z.B. mit weiteren Combi-Elementen die nur bei anstehende Anzeige sichtbar sind.

Die Anzeige müssen manuell zurückgesetzt werden (quittiert) 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 45)
- Kurzschlusssuche (auf Seite 52)

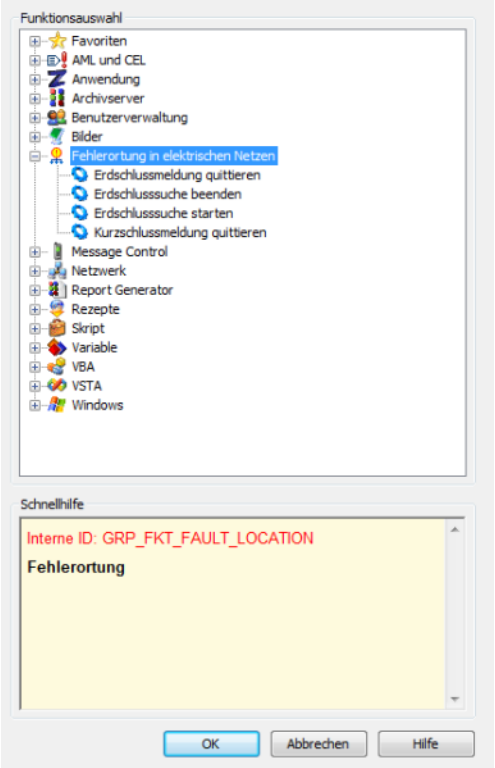
Um die Fehlerortung zur projektieren

- benötigen Sie eine Lizenz für ALC und zenon Energy Edition
- legen Sie die entsprechenden Bilder an
- konfigurieren (auf Seite 8) Sie ALC auf den entsprechenden Combi-Elementen mit dem Funktionstyp `Schalter`
- konfigurieren (auf Seite 19) Sie Leitungen so, dass sie ihre Einfärbung über ALC erhalten

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

- Erdschlusssuche starten (auf Seite 49)

- Erdschlussmeldung (auf Seite 50) quittieren (auf Seite 50)
- Erdschlusssuche beenden (auf Seite 51)
- Kurzschlussmeldung quittieren (auf Seite 55)



EINFÄRBUNGEN

Fehler lassen sich durch eine spezielle Einfärbung der Leitungen im ALC anzeigen, wenn die Meldungen antriffen während die Leitungen bespannt sind. Zur Runtime wechselt die per ALC zugewiesene Farbe automatisch sobald sich der Zustand der Leitung ändert. Die projektierten Einfärbungen können zur Runtime vorübergehend über die Funktion ALC-Quellenfarbe ändern (auf Seite 39) geändert werden.

Meldungen werden in der Reihenfolge ihres Eintreffens bearbeitet. Bei Konflikten

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

7.1 Erdschlusssuche

Die Erdschlusssuche dient dazu, potenziell erdschlussbehaftete Netzteile durch Einfärbung zu markieren. Die Farbe wird aus der Projektierung der ALC-Quellenfarben (auf Seite 28) 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 ein bis drei Erdschlussmeldungen besitzen.
- Erdschlussmeldungen werden entweder per Dauermeldungsverarbeitung oder per Wischermeldungsverarbeitung behandelt.
- Bei Erdschlusserkennungsgeräten mit Richtung kann die Richtung vor- oder nacheilend zur Auslösung sein.
  - Voreilend: Zuerst kommt die Meldung über die Richtung in **Vorwärts** u/o **Rückwärts**, dann über die **Auslösung**.
  - Nacheilend: Zuerst kommt die **Auslösung**, dann die Richtung.

> **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 47) zu
2. definieren Sie Modus der Erdschlusssuche (auf Seite 46), Erdschlusserkennung Auslösung (auf Seite 49) und Erschlussanzeige (auf Seite 48).
3. legen Sie die Funktionen für Erdschlusssuche starten (auf Seite 49), Erdschlussmeldung quittieren (auf Seite 50) und Erdschlusssuche beenden (auf Seite 51) an

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

7.1.1 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 zur Runtime über das Objektmodell der zenon API geändert werden. Dabei wird die Erdschlusssuche komplett neu durchgerechnet.

7.1.2 Erdschlusserkennungstyp

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 **Erdschlusserkennung**
3. wählen Sie bei 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 49) 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.

7.1.3 Erdschlussanzeige

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

7.1.4 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 Erdschlussmeldern
- gerichteten Erdschlussmeldern mit Auslösemeldung
- gerichteten Erdschlussmeldern 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 Erdschlussmelder

      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 Erdschlussmelder 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 Erdschlussmelder 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.

7.1.5 Erdschlusssuche starten

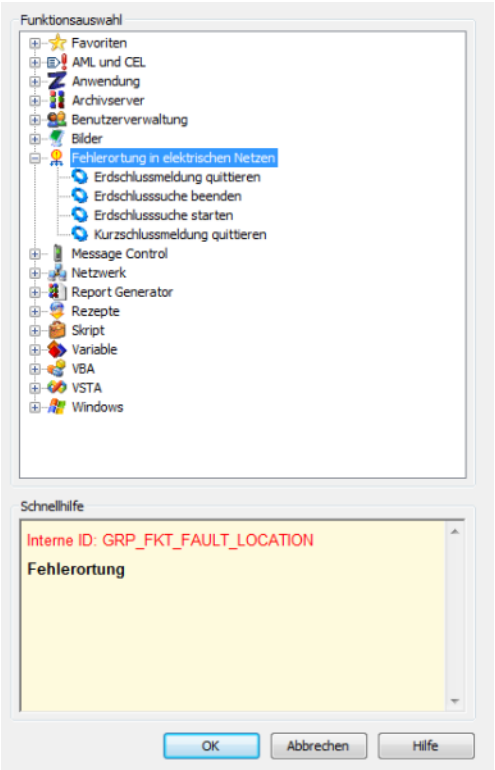
Die Funktion **Erdschlusssuche starten** dient zur Lokalisierung eines Erdschlusses und hat zur Runtime zwei Auswirkungen:

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

7.1.6 Erdschlussmeldung quittieren

Mit der Funktion **Erdschlussmeldung quittieren** kann zur 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.

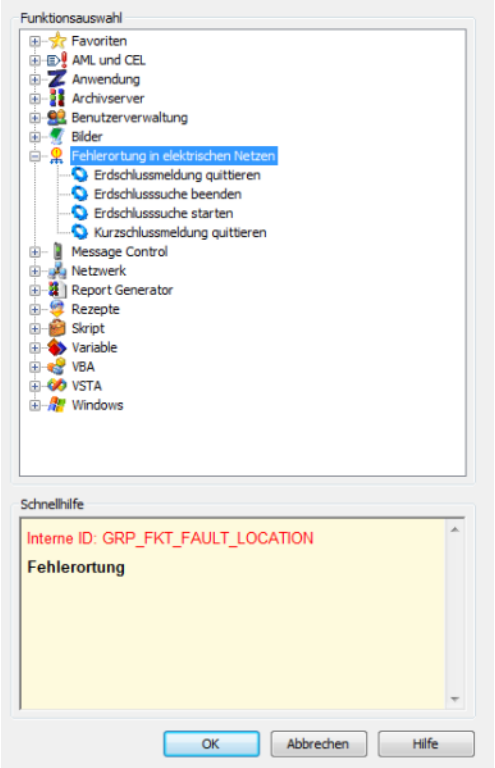
Regeln beim Quittieren:

- 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

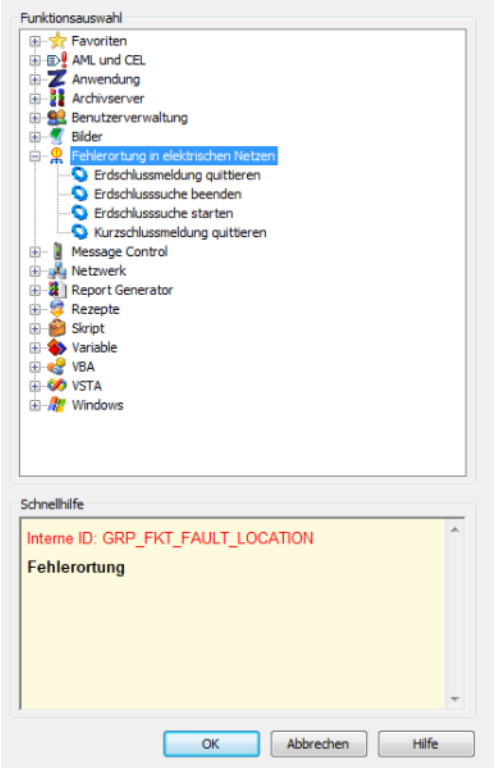
7.1.7 Erdschlusssuche beenden

Mit der Funktion **Erdschlusssuche beenden** Sie zur 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

7.2 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 53) zu

2. definieren Sie Kurzschlussanzeige (auf Seite 53) und Kurzschlusserkennung Auslösung (auf Seite 54)
3. legen Sie die Funktion für Kurzschlussmeldung quittieren (auf Seite 55) an

7.2.1 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

7.2.2 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

7.2.3 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

7.2.4 Kurzschlussmeldung quittieren

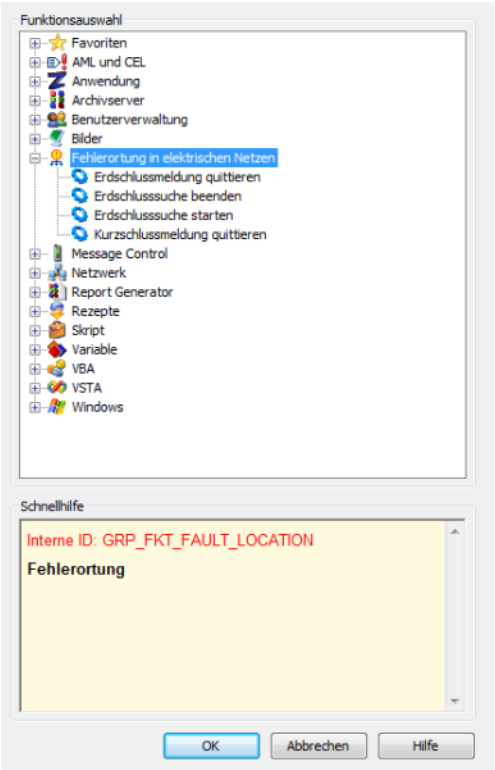
Mit der Funktion **Kurzschlussmeldung quittieren** kann zur Runtime ein intern erfasster Kurzschluss eines Kurzschlusserkennungsgeräts quittiert werden. Dabei wird der intern gelatchte Erdschlusszustand zurückgesetzt, wenn der Zustand noch ansteht, oder als quittiert markiert. Eine erfasste Kurzschlussmeldung 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

8. Impendanzbasierte Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung

Die impendanzbasierte Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung erweitert ALC. Während ALC Knoten und Kanten identifiziert, erkennt dieses Modell auch Linien und deren Parameter. Fehlerortung aus Schutz ist via Projektierung im zenon Editor möglich.

Das Modell stellt 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 Impedanzbasierte Fehlerortung und Lastverteilungsrechnung. Die Eigenschaften für die Lastverteilungsrechnung werden nicht in zenon ausgewertet, sondern stehen über die zenon API von Anwendern zu erstellenden Algorithmen zur Verfügung.

Das einfache topologische Modell 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 Aliase
- **GraphAliases**:
  enthält nur die Aliase

8.1 Impedanzbasierte Fehlerortung des Kurzschlusses

Bei der impedanzbasierten 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**

- Reaktanz:
  Wert der Variable (vom Datentyp REAL), die mit der Eigenschaft **Reaktanzwert aus Schutz** verlinkt ist.

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.

8.1.1 Projektierung im Editor

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

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

1. Aktivieren Sie die impedanzbasierte Fehlerortung:
   a) Klicken Sie dazu das Projekt in Ihrem **Arbeitsbereich**.
   b) Klicken Sie in die Projekteigenschaftengruppe **Automatic Line Coloring**.
   c) Aktivieren Sie die Eigenschaft **Fehlerortung basierend auf Impedanz**.
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 **Fehlerort aus Schutz/Lastverteilung**) 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**.

8.2 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
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"

8.3 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 ALCEngine 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 Monitor, 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 37), die sich in den Eigenschaften des Bildelemente in der Gruppe **Automatic Line Coloring** befindet