

ArbeitsKreis 952.0.1
TeilGruppe 1

Modellierung

Version 1.0

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung | 3 |
| 2. Produktneutrale Modellierung und Empfehlung zur Überführung des FN in das PN | 4 |
| 3. Exemplarische Modellierung der Kommunikation für die Musteranlage | 13 |
| 3.1 Schritt 1: Spezifikation Anlagendatenmodell..... | 15 |
| 3.2 Schritt 2: Spezifikation IED-Datenmodell | 16 |
| 3.3 Schritt 3: Verknüpfung von Anlagen- und IED-Datenmodell | 18 |
| 3.4 Schritt 4: Kommunikationskonfiguration..... | 20 |
| 3.5 Schritt 5: Netzwerkkonfiguration | 22 |
| 4. Beispiele für Problemaspekte bei rückwirkungsfreiem IED Austausch..... | 23 |
| 4.1 Varianten zur Modellierung der Messwerte | 23 |
| 5. Adaptionstrategien bei nicht vollständig freier Produktmodellierung..... | 26 |
| 5.1 Ansatz..... | 26 |
| 5.2 Anforderungen zur Austauschbarkeit über einheitlich konfigurierbare Datasets in Melderichtung | 26 |
| 5.3 Anforderung zur Austauschbarkeit in Befehlsrichtung durch teilweise Produktmodellierung | 26 |
| 5.4 Eingangsdaten für das auszutauschende IED | 27 |
| 5.5 Randbedingungen..... | 27 |
| 5.6 Analyse / Nachweis..... | 27 |
| 5.7 Schlussfolgerung | 28 |
| 6. Literatur | 28 |

1. Einleitung

In diesem Dokument wird eine exemplarische Mustermodellierung der Kommunikation anhand eines einfachen Beispielapplikation für die Musterschaltanlage dargestellt. Die Modellierung erfolgt hierbei mit der SCL (Substation Configuration description Language).

Vor der eigentlichen Mustermodellierung in Kapitel 3 wird in Kapitel 2 eine Anwendungsempfehlung für eine Produktneutrale Modellierung angeführt. Es wird eine Möglichkeit aufgeführt, wie die Überführung eines funktional orientierten Benennungsschemas aus der Substation-Sektion in ein produktorientiertes Schema in der IED-Sektion umgesetzt werden kann.

Als Rahmenbedingung für die Ausprägung der Namensbestandteile des Benennungsschemas wurden hierbei die Längenrestriktionen für LDName und LNName etc. der Edition 1 verwendet. In der Edition 2 der Norm werden diese Längenrestriktionen erweitert, so dass bei Anwendung des Überführungsschemas im Kontext der Edition 2 hier für die einzelnen Namen längere Bezeichner verwendet werden können.

Ein aus Anwendersicht besonders zu berücksichtigender Punkt bei der Modellierung bzw. dem anschließenden Betrieb des Systems ist die rückwirkungsfreie Austauschbarkeit von einzelnen Systemkomponenten .z.B. einzelner IEDs. Hierzu werden in Kapitel 4 einige Aspekte aufgeführt, die bei der Modellierung bzw. der Auswahl des Engineeringprozess zu berücksichtigen sind.

Um die Anforderungen auf rückwirkungsfreie Austauschbarkeit in transparenter Weise zu erfüllen, sollte die neue Komponente über das gleiche Datenmodell verfügen, wie die auszutauschende Komponente.

Es wurde in Kapitel 5 untersucht, ob eine Austauschbarkeit bei nicht vollständig flexibler Produktmodellierung möglich ist.

2. Produktneutrale Modellierung und Empfehlung zur Überführung des FN in das PN

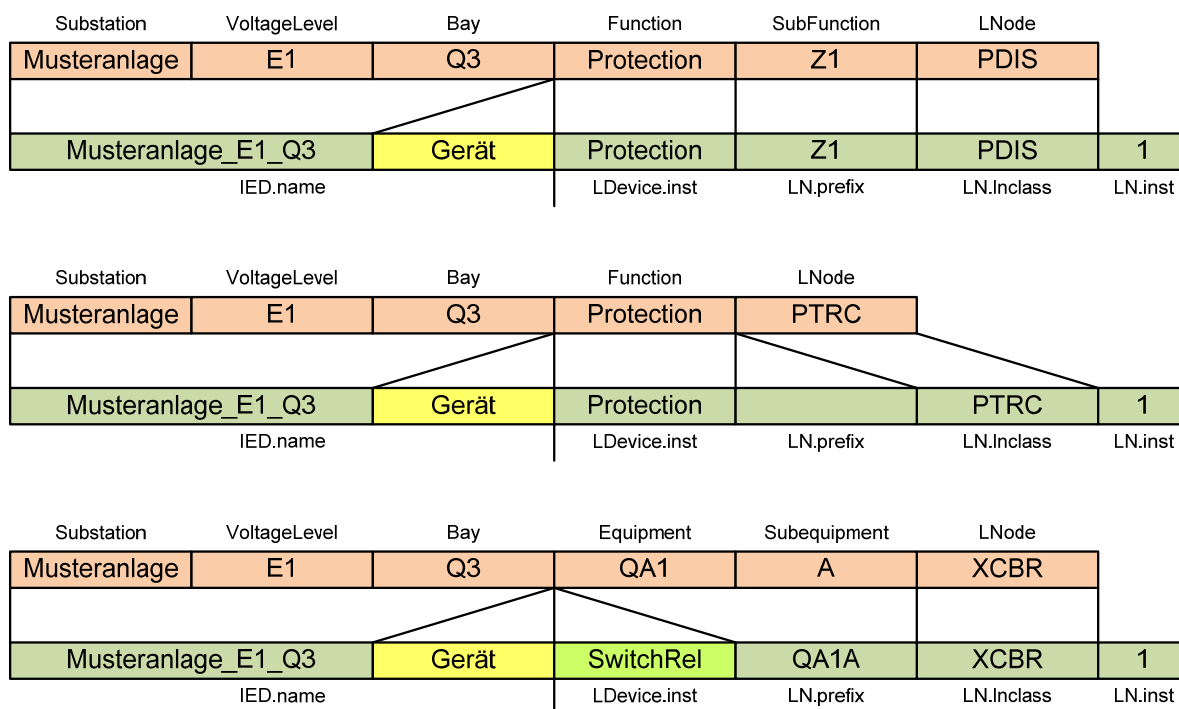
Der AK952.0.1 empfiehlt eine grundsätzliche Abbildung des FN auf das PN gemäß Abbildung 1. Die Elemente Substation, VoltageLevel und Bay werden für den Namen des IED verwendet. Eine Gerätekennung wird zusätzlich angegeben. Damit können auch mehrere IEDs in einem Feld dargestellt werden.

Bei der Zusammensetzung des IED-Namens aus den Elementen des Functional Namings empfiehlt sich eine Trennung durch den Unterstrich „_“, da ansonsten die Elemente des Functional Namings nicht mehr eindeutig aus dem IED Namen rekonstruierbar sind. Die Vergabe des Trennzeichens muss nicht automatisch bei der Abbildung FN auf PN durch das Engineering-Tool erfolgen. Stattdessen kann der Unterstrich auch bei den Elementen des FN bereits mit angegeben werden. Im Beispiel der Abbildung 1 würde dies bedeuten, dass aus „Musteranlage“ „Musteranlage_“, aus „E1“ „E1_“ und aus „Q3“ „Q3_“ wird. In den Beispielen des vorliegenden Dokuments erfolgt die Vergabe des Unterstrichs als Trennzeichen bei der Bildung des IED Namens.

Wenn der Unterstrich als Trennzeichen verwendet wird, so ist er als Namensbestandteil ansonsten aus zu schließen, damit diese Verwendung eindeutig bleibt. Andere Trennzeichen sind bei der Namensbildung nicht zu empfehlen, insbesondere nicht die in IEC 61850 bereits verwendeten Trennzeichen „/“ bzw. „.“.

Für nicht betriebsmittelbezogene Funktionsmodellierungen werden die Function-Elemente als Namen für LDevice und eventuelle SubFunction-Elemente als LN.prefix verwendet (siehe Abbildung 1, Beispiel PDIS). Wird kein SubFunction-Element modelliert, sollte LN.prefix leer bleiben (siehe Abbildung 1, Beispiel PTRC).

Betriebsmittelbezogene Funktionen, die hierarchisch einem Equipment bzw. SubEquipment untergeordnet sind, werden einem festgelegten LDevice zugeordnet. Die Equipment bzw. SubEquipment-Elemente bilden dann zusammen den LN.prefix (siehe Abbildung 1, Beispiel XCBR). Bei der Zusammensetzung des LN.prefix aus mehreren Elementen wird kein Trennzeichen gesetzt, da die Elemente bei Anwendung der Bezeichnung nach IEC61346 ohnehin eindeutig rekonstruierbar sind.



zusätzlich anzugeben bzw. zu übernehmen

festgelegt bzw. zu übernehmen

Abbildung 1 Beispiele für die Abbildung des Functional Namings auf das Product Naming

Eine Kompletterferenz auf den Schalterstatus des o.a. Beispiels sieht dann wie folgt aus, wenn als Gerätenamen „K1“ vergeben wurde:

Musteranlage_E1_Q3_K1/SwitchRel/QA1AXCBR1.Pos1.stVal

Als Trennung zwischen IED Name und LDevice soll auch der „/“ verwendet werden.

Für die Geräteerkennung der IEDs werden die Bezeichnungen gemäß IEC 61346 empfohlen,

z.B.: B1, B2,...,Bn für Schutz1, Schutz 2, Schutz n

..., An für Kombigerät n

..., Kn für Steuergerät n

..., Pn für Wandler / Merging Unit n

Zu beachten sind die o.g. Zeichenbegrenzungen der IEC 61850, Ed. 1, d.h. bei maximal 2 Ziffern für LN.inst stehen für den Namen der Subfunction maximal 5 Zeichen sowie für Equipment und Subequipment gemeinsam maximal 5 Zeichen zur Verfügung.

Der Equipment-Name ist auf 4 Zeichen zu begrenzen, was auch im Einklang mit IEC 61346 steht.

Die Längenrestriktion von Edition 1 wurde mit der Edition 2 erweitert.

In Edition 2 stehen für die Kombination aus LN.prefix und LN.inst zusammen maximal 12 Zeichen zur Verfügung. D.h. dass bei Anwendung der Edition 2 Längenrestriktionen und Beibehaltung der 2 Ziffern für LN.inst entsprechend 10 Zeichen für die Namenskombination von Equipment und Subequipment bzw. Function und SubFunction verwendet werden können..

Abbildung 2 zeigt als Beispiel die Modellierung eines Spannungswandlers.

| Substation | VoltageLevel | Bay | Equipment | Subequipment | LNNode | |
|--------------------|--------------|-------|--------------|--------------|------------|---------|
| Musteranlage | E1 | Q3 | BE51 | A | TVTR | |
| Musteranlage_E1_Q3 | | Gerät | TransSens | BE51A | TVTR | 1 |
| IED.name | | | LDevice.inst | LN.prefix | LN.Inclass | LN.inst |

Abbildung 2: Modellierung eines Spannungswandlers am ersten Sammelschienenabschnitt

Damit steht für die Modellierung von Einzelpolen eines Betriebsmittels die Phasenkennung mittels Subequipment wie folgt zur Verfügung:

- Phase A → LN.prefix = xxxxA
- Phase B → LN.prefix = xxxxB
- Phase C → LN.prefix = xxxxC
- N → LN.prefix = xxxxN
- all, none → LN.prefix = keine Subequipment-Kennung

Sobald für ein Betriebsmittel neben der Bezeichnung nach IEC 61346 noch eine weitere funktionale Kennung notwendig wird, so muss diese ergänzend im Subequipment-Namen angegeben werden.

Abbildung 3 zeigt beispielsweise die Modellierung eines Schutz- und eines Betriebskerns für einen Stromwandler. Damit nach wie vor für den Equipment-Namen 4 Zeichen möglich sind, muss in diesen Fällen die Instanznummer LN.inst auf nur eine Ziffer begrenzt werden.

| Substation | VoltageLevel | Bay | Equipment | Subequipment | LNNode | |
|--------------------|--------------|-------|--------------|--------------|------------|---------|
| Musteranlage | E1 | Q3 | BE11 | BA | TCTR | |
| Musteranlage_E1_Q3 | | Gerät | TransSens | BE11BA | TCTR | 1 |
| IED.name | | | LDevice.inst | LN.prefix | LN.Inclass | LN.inst |

| Substation | VoltageLevel | Bay | Equipment | Subequipment | LNNode | |
|--------------------|--------------|-------|--------------|--------------|------------|---------|
| Musteranlage | E1 | Q3 | BE11 | PA | TCTR | |
| Musteranlage_E1_Q3 | | Gerät | TransSens | BE11PA | TCTR | 2 |
| IED.name | | | LDevice.inst | LN.prefix | LN.Inclass | LN.inst |

Abbildung 3: Modellierung eines Wandlers mit zwei Messkernen: Schutzkern, Phase 1 (oben), Betriebsmessung, Phase 1 (unten)

Abbildung 4 zeigt als weiteres Beispiel die Modellierung eines Leistungsschalters mit getrennten Polansteuerungen über jeweils zwei Auslösespulen.

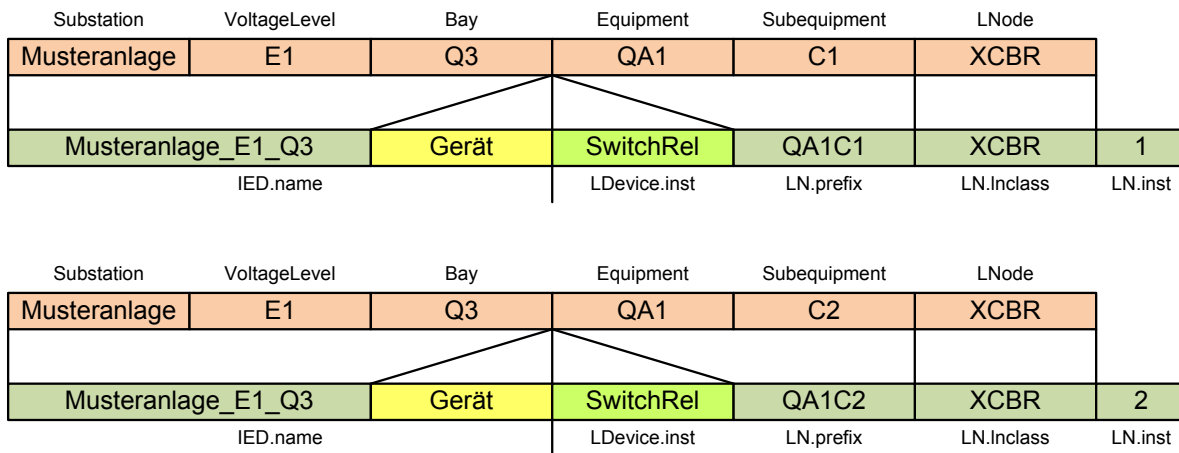


Abbildung 4: Modellierung eines Leistungsschalters mit Einzelpolsteuerung und zwei Auslösespulen: Auslösespule 1, Phase 3 (oben), Auslösespule 2, Phase 3 (unten)

Um die Begrenzung von IED.name plus LD.inst auf 32 Zeichen in der Edition 1 einzuhalten, werden für LD.inst maximal 10 Zeichen empfohlen. Es sollten daher statt Sonder- oder Trennzeichen Strukturierungen mit Groß-/Kleinbuchstaben zur besseren Lesbarkeit zum Einsatz kommen. Der AK 952.0.1 empfiehlt folgende LDevice-Namen und LN-Zuordnungen:

| LDevice | Name abgeleitet von | Empfohlene Modellierung | Beispiele für zugeordnete LNs |
|------------|-------------------------------------|---|-------------------------------|
| SwitchRel | switchgear related | Schaltgerätebezogene und zugehörige Funktionen | XCBR, XSWI, CSWI, CILO |
| PowTrans | power transformer | | YPTR, YEFN |
| TransSens | instrument transformers and sensors | | TCTR, TVTR |
| Protection | protection | | PTOC, PDIS |
| ProtRel | protection related | | RREC, RDIR, RFLO |
| Meas | measurement and metering | | MMXU, MTTR |
| FurthEquip | further equipment | | ZAXN |
| Auto | automatic control | | ATCC |
| SupMon | supervision and monitoring | | SIMP |
| Generic | generic references | nur eigenes LDevice, wenn nicht anderen LDevices zuzuordnen | GGIO |

Jedes LDevice erhält jeweils die Systemknoten LLNO und LPHD. Generische Knoten GGIO bzw. GAPC werden entsprechend der funktionalen Modellierung dem jeweiligen LDevice zugeordnet.

Nachfolgend wird am Abgangsfeld Q3 der 110-kV-Ebene aus der Musteranlage die funktionale und produktbezogene Modellierung beispielhaft gezeigt.

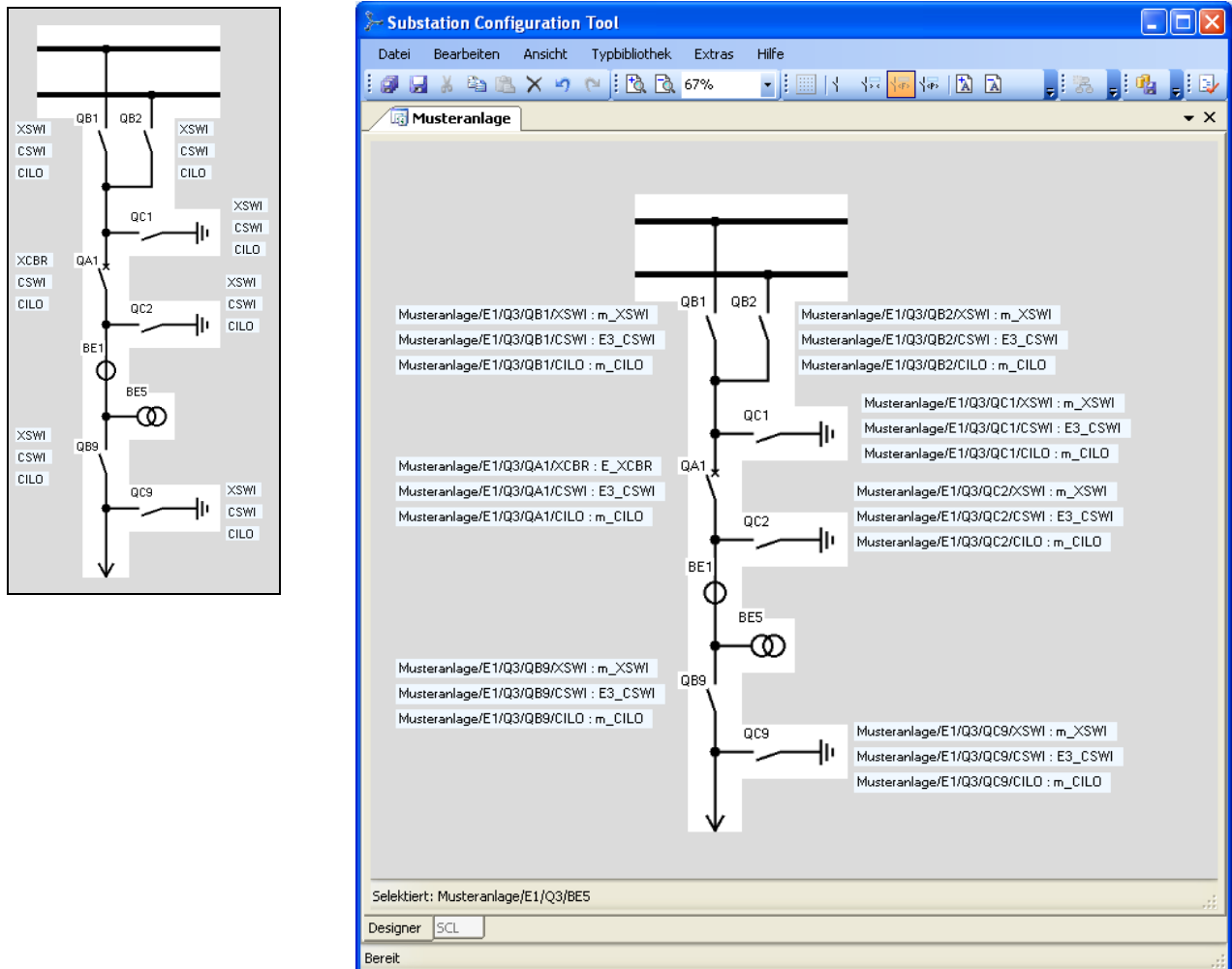


Abbildung 5: Feldtopologie und Functional Naming der betriebsmittelbezogenen Funktionen

Abbildung 5 zeigt die betriebsmittelbezogenen Funktionen mit der Feldtopologie und die funktionsbezogene Referenz.

In Abbildung 6 sind in der Unterstationshierarchie (substation section) neben den betriebsmittelbezogenen auch die weiteren Funktionen gruppiert in „function“ und „subfunction“ dargestellt. Zu beachten sind auch die oben beschriebenen Besonderheiten für die Modellierung der Wandler für Betriebs- bzw. Schutzzwecke mittels speziellem Subequipment-Namen.

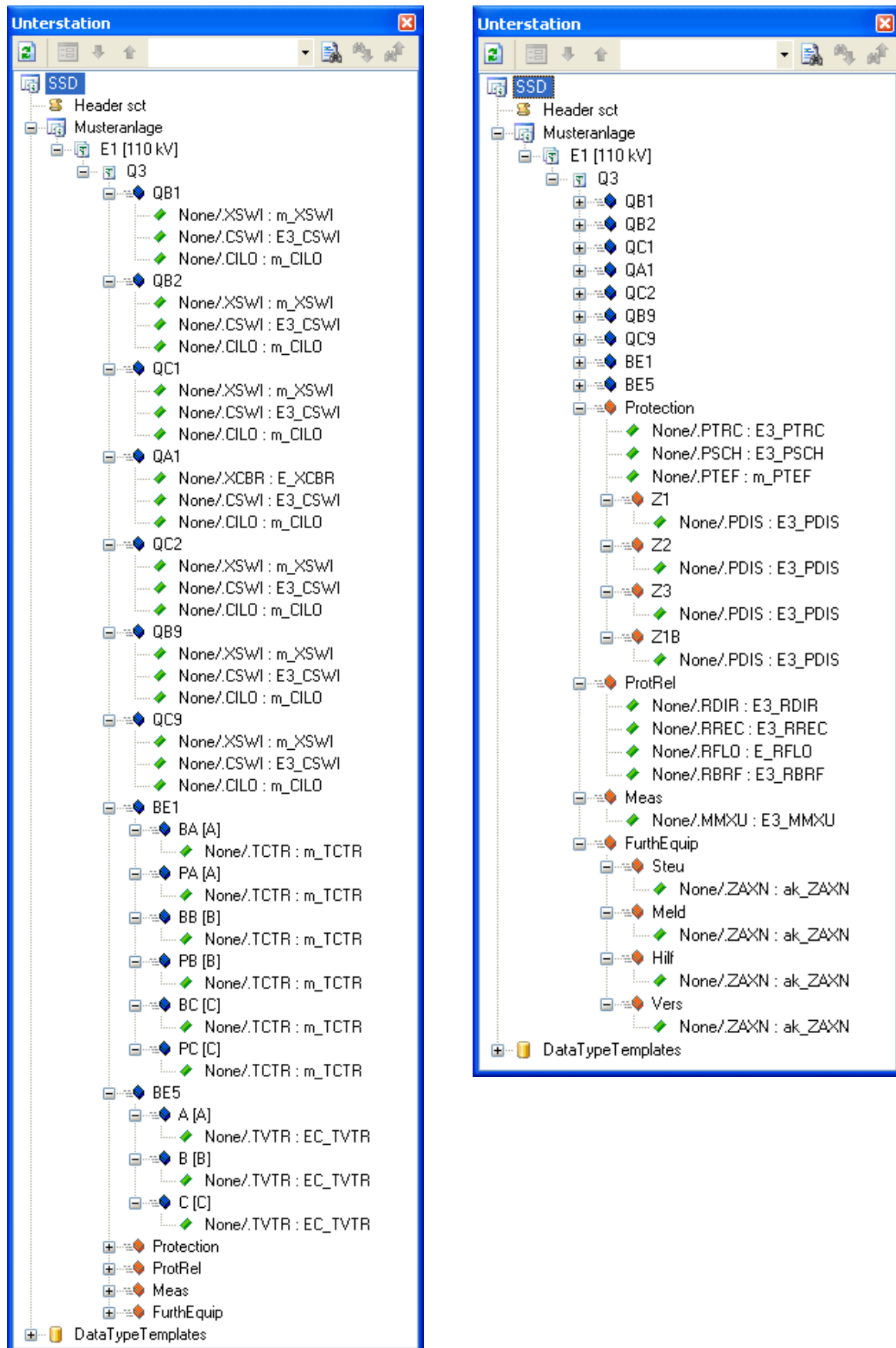


Abbildung 6: Unterstationshierarchie mit der detaillierten Darstellung der betriebmittelbezogenen (links) und weiteren Feldfunktionen (rechts).

Mit dieser funktionalen Vorgabe erfolgt nun die Abbildung auf eine konkrete Produktstruktur mit den oben genannten Empfehlungen. Abbildung 7 und Abbildung 8 zeigen Darstellungen der damit generierten IED-Struktur zum einen in grafischer Darstellung und zum anderen in der IED-Baumansicht (IED section).

Man erkennt den Anlagennamen, die Spannungsebene, den Feldnamen und den Gerätenamen im IED-Namen „Musteranlage_E1_Q3_A1“ des in diesem Feld vorgesehenen Kombigerätes.

Desweiteren besitzt das IED die notwendigen logical Devices mit den oben vorgeschlagenen Namen. Im Unterschied zur Modellierungsrichtlinie Version 1.0 (Stand 10.2008) werden Systemfunktionen (LLN0, LPHD) bei der funktionalen Modellierung zunächst nicht mehr festgelegt. Sie werden aber bei der produktbezogenen Abbildung jedem logical Device zugeordnet.

Jeder LN erhält eine eindeutige Instanznummer innerhalb des logical Devices. Für den Prefix schließlich sind die Namen von „equipment“ und „subequipment“ bzw. „function“ und „subfunction“ übernommen worden.

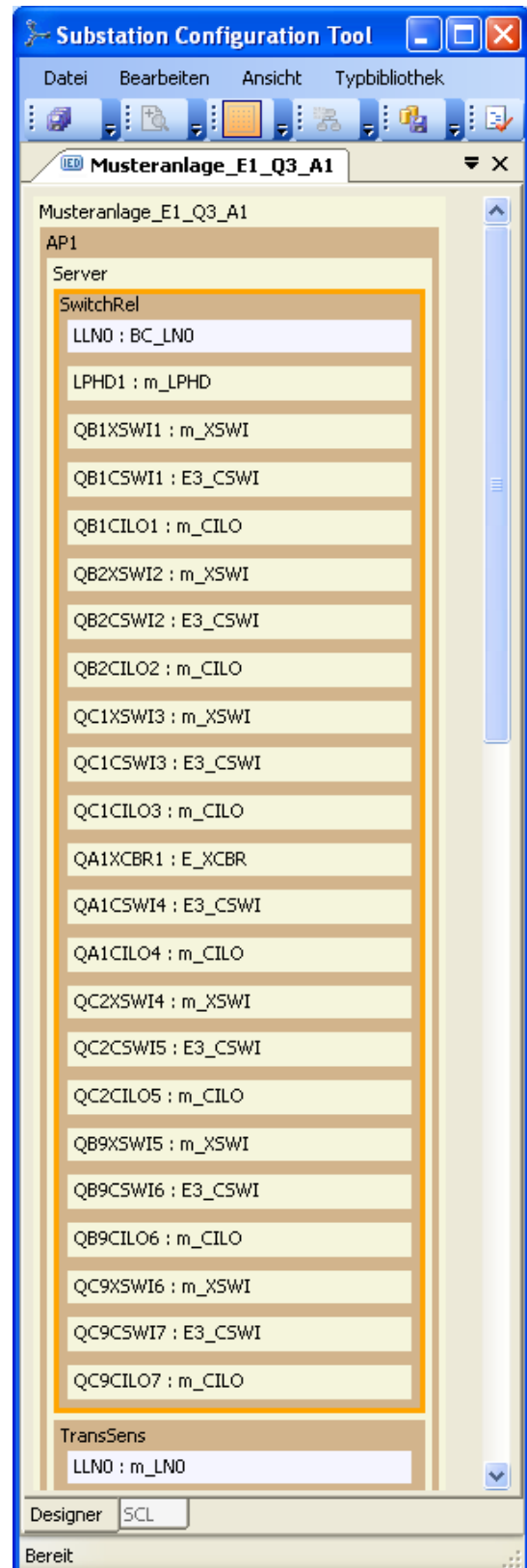
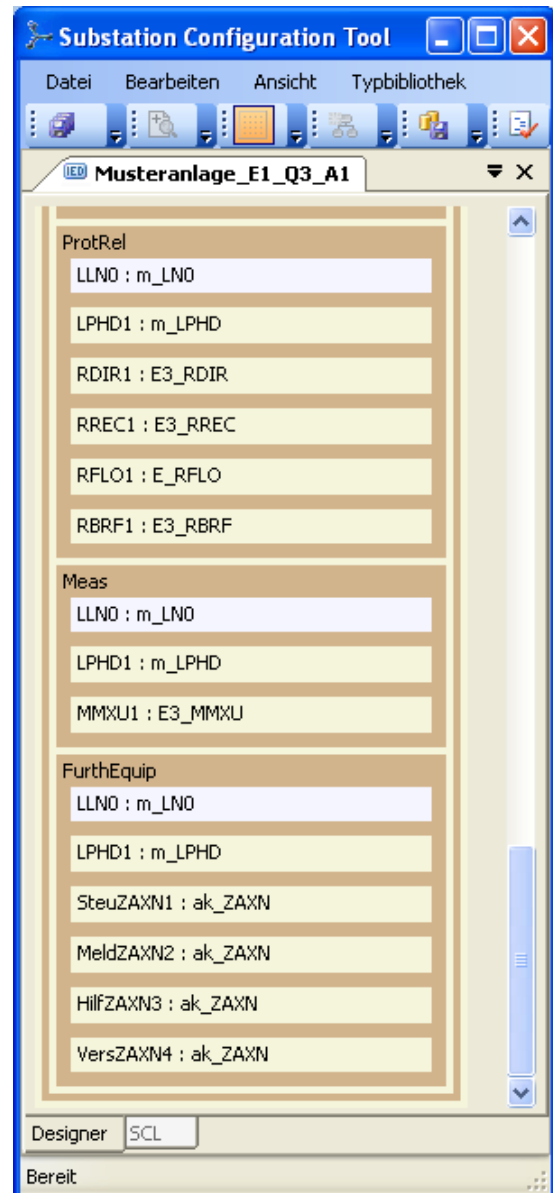
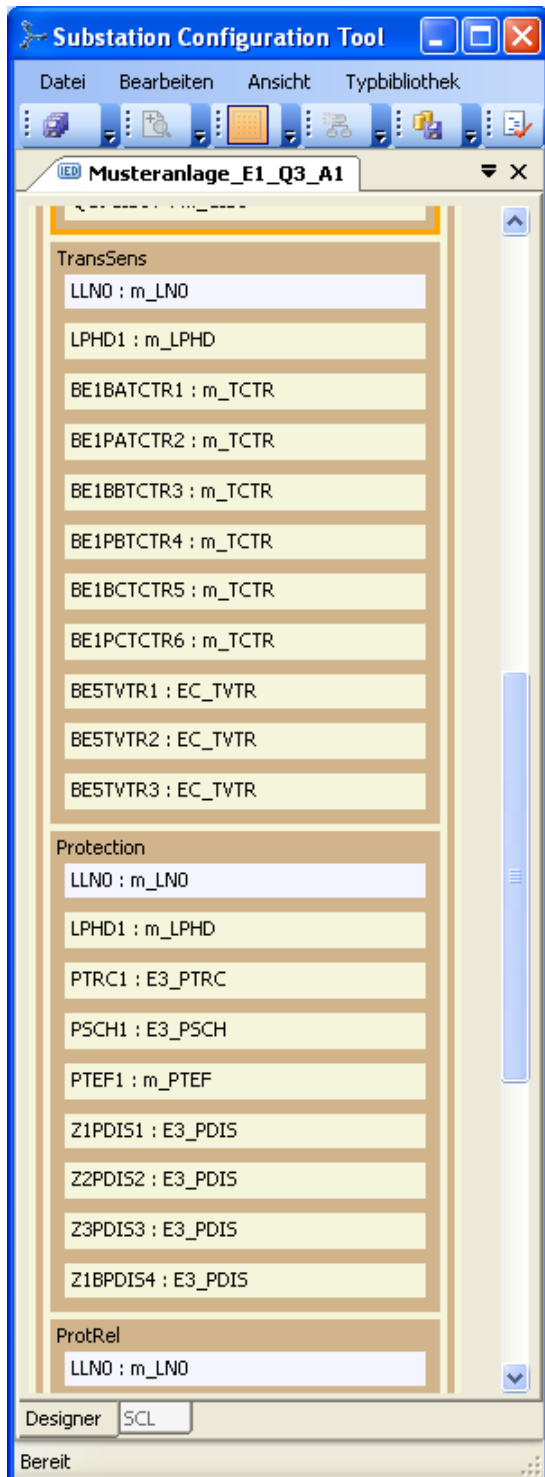


Abbildung 7: Grafisch dargestellte IED-Struktur mit den Logical Devices „SwitchRel“, „TransSens“, „Protection“, „ProtRel“, „Meas“, „FurthEquip“.

Abbildung 7 (Fortsetzung).



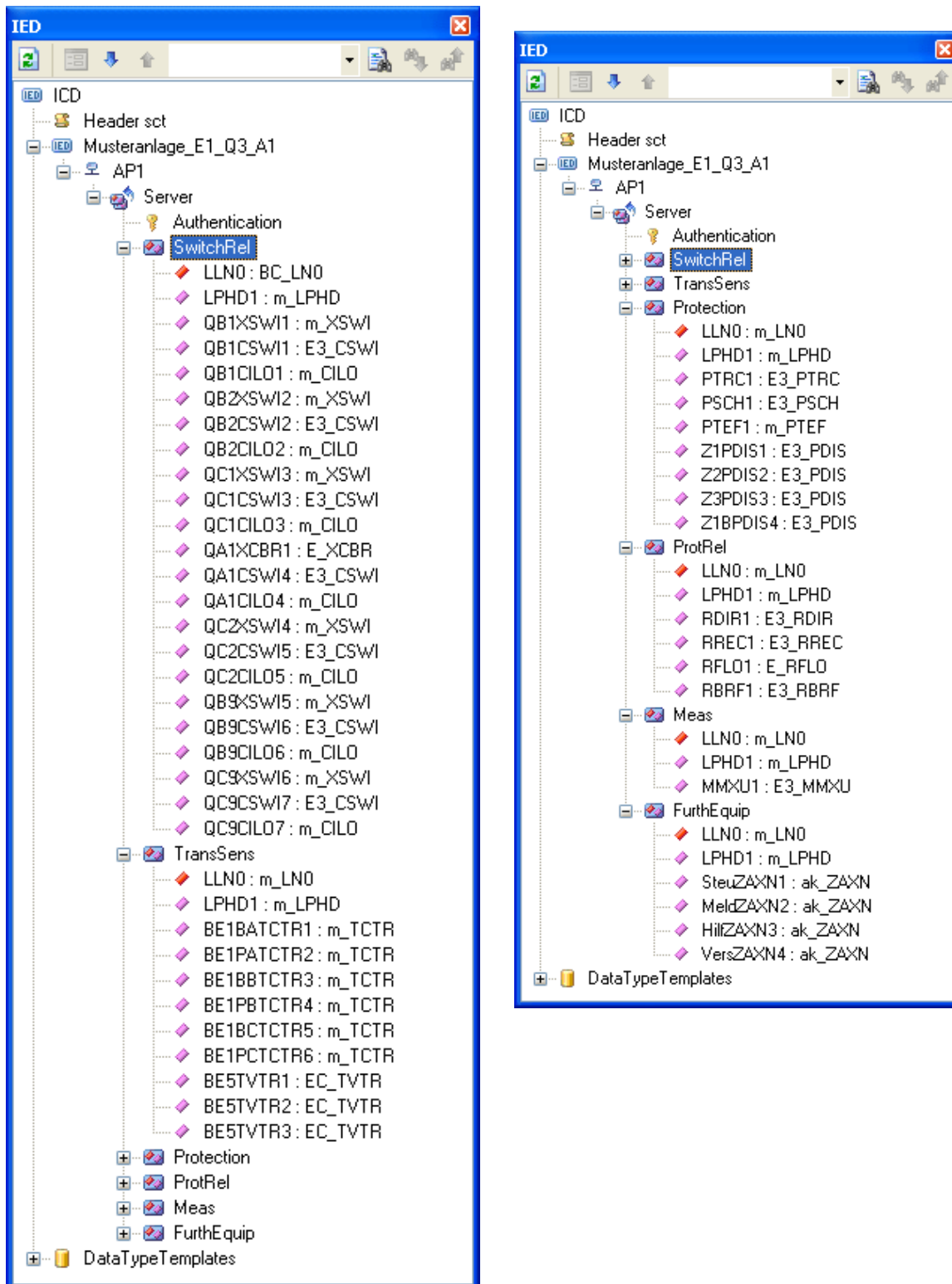


Abbildung 8: Hierarchisch dargestellte IED-Struktur

Abbildung 9 zeigt schließlich für dieses Beispielfeld die betriebsmittelbezogenen Funktionen mit der Feldtopologie und die produktbezogenen Referenzen.

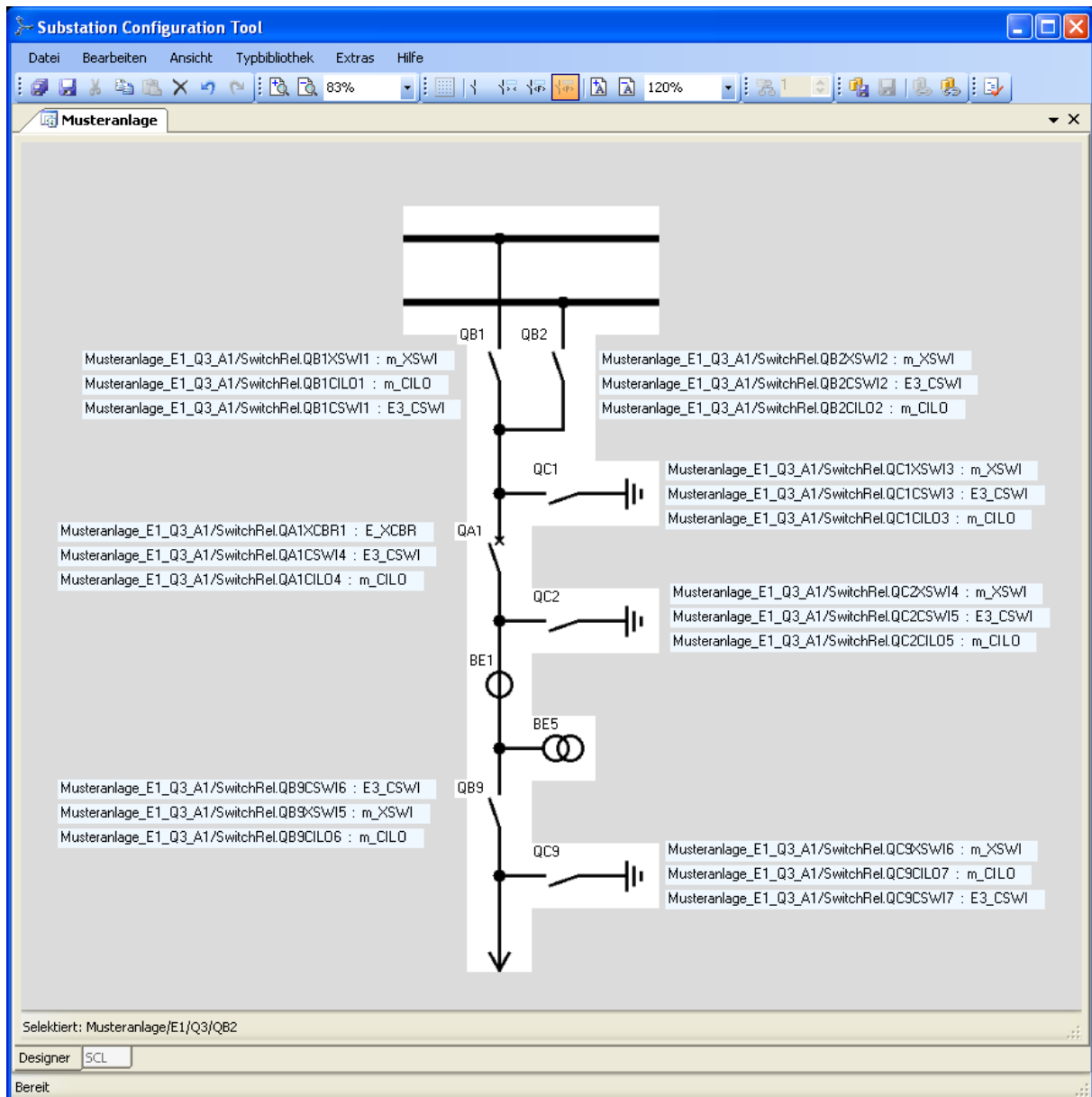


Abbildung 9: Feldtopologie und Product Naming der betriebsmittelbezogenen Funktionen

3. Exemplarische Modellierung der Kommunikation für die Musteranlage

Um die Modellierung von Datasets und Control-Blocks für Goose und Reporting beispielhaft aufzuzeigen wird das folgende Applikationsbeispiel aus der GAK15-Anlage ausgewählt.

Zur dezentralen Anlagenverriegelung wird der Zustand des Betriebsmittels QC12 in Erdungsfeld C1Q5 in eine Goose rangiert und publiziert. Das Abgangsfeld C1Q2 empfängt diese Goose-

Nachricht und wertet den Zustand des Betriebsmittels aus. Dieser Zustand wird in der Verriegelung des Betriebsmittels QB1 dieses Feldes berücksichtigt.

Für die Darstellung der Reporting-Kommunikation wird aus dem Feld C1Q2 die Schalterposition per Report an die Nahbedienung HMI gesendet.

In Abbildung 10 ist die exemplarische Applikation dargestellt.

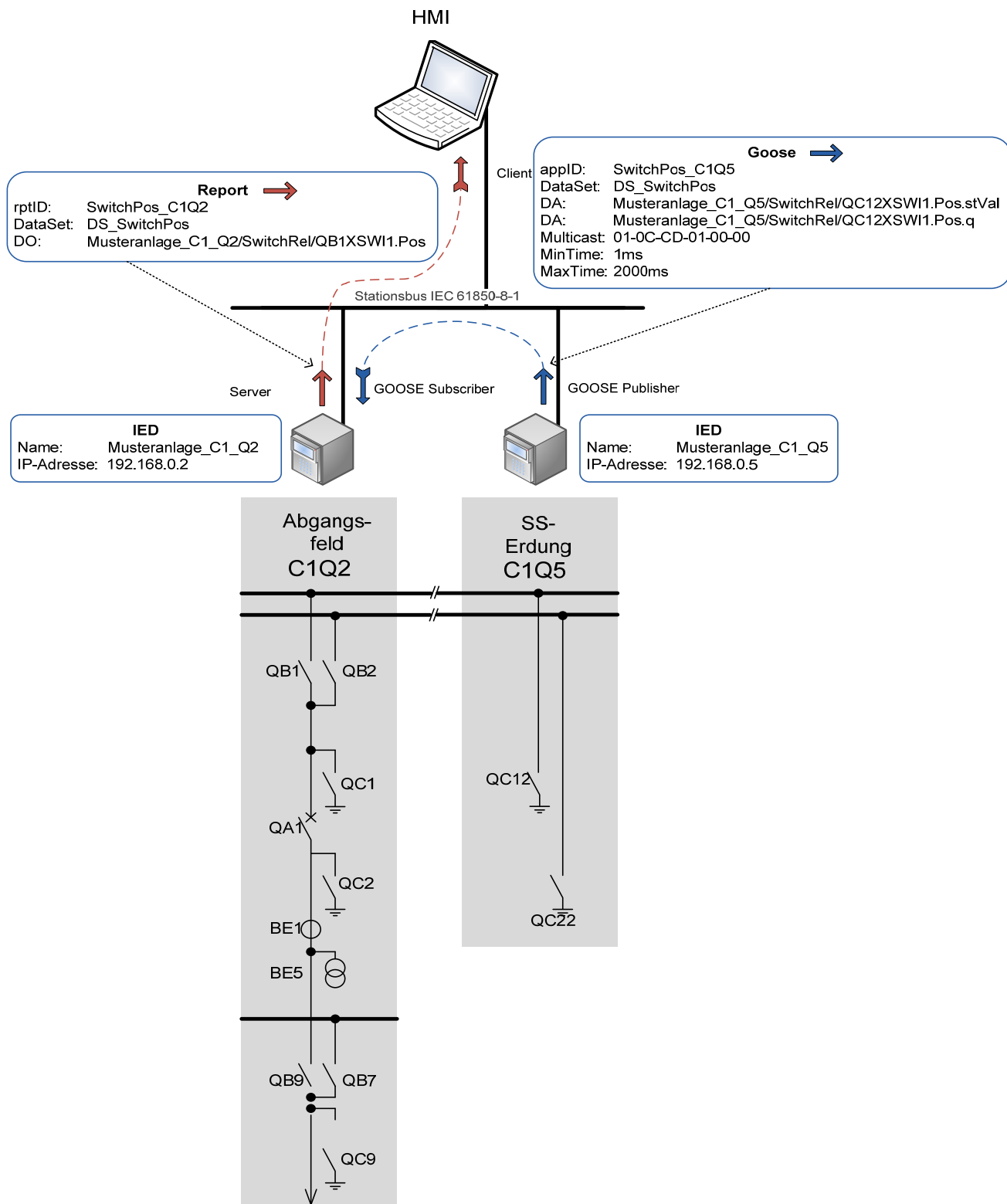


Abbildung 10: Exemplarische Applikation zur Darstellung von Goose- und Reporting-Kommunikation

Der nachfolgend dargestellte Engineeringprozess folgt der im Dokument [TG 03] dargestellten Engineeringprozessvariante: Systemspezifikation mit Gerätespezifikation / Übernahme der Gerätespezifikation in das IED-Datenmodell.

Hierbei wird davon ausgegangen, dass die spezifizierten Gerätemodelle in eine passende Gerätehardware geladen werden können.

In dem vorliegenden Beispiel wird auf die Verwendung einer zusätzlichen Gerätebezeichnung gemäß Kapitel 2 verzichtet (vgl. Abbildung 1).

Da hier für jedes Feld ausschließlich ein IED eingesetzt wird, ist eine Unterscheidung von IEDs durch eine zusätzliche Gerätebezeichnung innerhalb eines Feldes nicht notwendig.

In der Spezifikationsphase erfolgen die Prozessschritte:

- Spezifikation Anlagendatenmodell
- Spezifikation IED-Datenmodell
- Verknüpfung von Anlagendatenmodell und spezifiziertem IED-Datenmodell

In der Konfigurationsphase erfolgen die Prozessschritte:

- Kommunikationskonfiguration
- Netzwerkkonfiguration

Die sich anschließenden und für die Inbetriebnahme der Anlage notwendigen Schritte:

- Verknüpfung von IED-Datenmodell und IED-Applikation
- Laden der Konfiguration in die IEDs

sind nicht Bestandteil des Modellierungsprozesses und daher im Folgenden nicht aufgeführt.

Hinweis zu den Listings:

Die in den Listings grau hinterlegten Abschnitte zeigen an, dass diese Inhalte in dem jeweiligen Engineeringschritt neu hinzugefügt wurden.

3.1 Schritt 1: Spezifikation Anlagendatenmodell

```
<SCL>
  <Substation name="Musteranlage">
    <VoltageLevel name="C1">
      <Bay name="Q2" desc="Abgangsfeld" >
        <ConductingEquipment name="QB1" type="DIS">
          <LNode lnClass="XSWI" lnType="m_XSWI" />
          <LNode lnClass="CILO" lnType="m_CILO" />
        </ConductingEquipment>
      </Bay>
      <Bay name="Q5" desc="SS-Erdung">
```

```

    <ConductingEquipment name="QC12" type="DIS">
      <LNode lnClass="XSWI" lnType="m_XSWI" />
    </ConductingEquipment>
  </Bay>
</VoltageLevel>
</Substation>
<DataTypeTemplates>
  <!-- hier Typdefinitionen von m_CILO und m_XSWI -->
</DataTypeTemplates>
</SCL>

```

Listing 1: Anlagenspezifikation mit zwei Feldern Q2 und Q5

Die dargestellte Anlagenspezifikation umfasst die Felder Abgang Q2 und Erdung Q5 der 380kV Spannungsebene C1.

Die Modellierung beinhaltet für die beiden Felder lediglich die Schaltgeräte, die für die exemplarische Darstellung benötigt werden. Dies sind die jeweiligen Trennschalter QB1 des Abgangsfeldes sowie QC12 des Erdungsfeldes. Für die Verriegelungsfunktionalität des QB1 ist zudem der logische Knoten CILO für den Trenner QB1 modelliert.

Weitere Schaltgeräte und Komponenten werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht mit angeführt.

Über die Typisierung der logischen Knoten wird der Datenpunkumfang in Form von Datenobjekten und deren Datenattributen spezifiziert. Die Typdefinitionen der logischen Knoten sind hier aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Verwaltet werden diese in dem Element DataTypeTemplates.

3.2 Schritt 2: Spezifikation IED-Datenmodell

```

<SCL>
  <IED name="Musteranlage_C1_Q2">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">
        <LDevice inst="SwitchRel">
          <LN0 lnClass="LLN0" inst="" lnType="m_LN0" />
          <LN prefix="" lnClass="LPHD" inst="1" lnType="m_LPHD" />
          <LN prefix="QB1" lnClass="XSWI" inst="1" lnType="m_XSWI" />
          <LN prefix="QB1" lnClass="CILO" inst="1" lnType="m_CILO" />
        </LDevice>
      </Server>
    </AccessPoint>
  </IED>
  <IED name="Musteranlage_C1_Q5">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">
        <LDevice inst="SwitchRel">
          <LN0 lnClass="LLN0" inst="" lnType="m_LN0" />
          <LN prefix="" lnClass="LPHD" inst="1" lnType="m_LPHD" />

```



```
<LN prefix="QC12" lnClass="XSWI" inst="1" lnType="m_XSWI" />
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
<DataTypeTemplates>
  <!-- hier Typdefinitionen von m_LN0, m_LPHD, m_CILO und m_XSWI -->
</DataTypeTemplates>
</SCL>
```

Listing 2: IED-Datenmodellspezifikation der IEDs für das Feld Q2 und Q5

Bei der Modellierung der IED-Datenmodelle ist die unter Kapitel 2 vorgestellte Überführungsvorschrift berücksichtigt worden.

Die Namen der IEDs, die Namen der logical Devices, sowie die Namen der Präfixe der logischen Knoten ergeben sich hierbei unmittelbar aus der Anlagenspezifikation.

3.3 Schritt 3: Verknüpfung von Anlagen- und IED-Datenmodell

```
<SCL>
  <Substation name="Musteranlage">
    <VoltageLevel name="C1">
      <Bay name="Q2" desc="Abgangsfeld" >
        <ConductingEquipment name="QB1" type="DIS">
          <LNode iedName="Musteranlage_C1_Q2" ldInst="SwitchRel"
            prefix="QB1" lnInst="1" lnClass="XSWI" lnType="m_XSWI" />
          <LNode iedName="Musteranlage_C1_Q2" ldInst="SwitchRel"
            prefix="QB1" lnInst="1" lnClass="CILO" lnType="m_CILO" />
        </ConductingEquipment>
      </Bay>
      <Bay name="Q5" desc="SS-Erdung">
        <ConductingEquipment name="QC12" type="DIS">
          <LNode iedName="Musteranlage_C1_Q5" ldInst="SwitchRel"
            prefix="QC12" lnInst="1" lnClass="XSWI" lnType="m_XSWI" />
        </ConductingEquipment>
      </Bay>
    </VoltageLevel>
  </Substation>
  <IED name="Musteranlage_C1_Q2">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">
        <LDevice inst="SwitchRel">
          <LN0 lnClass="LLN0" inst="" lnType="m_LN0" />
          <LN prefix="" lnClass="LPHD" inst="1" lnType="m_LPHD" />
          <LN prefix="QB1" lnClass="XSWI" inst="1" lnType="m_XSWI" />
          <LN prefix="QB1" lnClass="CILO" inst="1" lnType="m_CILO" />
        </LDevice>
      </Server>
    </AccessPoint>
  </IED>
  <IED name="Musteranlage_C1_Q5">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">
        <LDevice inst="SwitchRel">
          <LN0 lnClass="LLN0" inst="" lnType="m_LN0" />
          <LN prefix="" lnClass="LPHD" inst="1" lnType="m_LPHD" />
          <LN prefix="QC12" lnClass="XSWI" inst="1" lnType="m_XSWI" />
        </LDevice>
      </Server>
    </AccessPoint>
  </IED>
```

```
<DataTypeTemplates>  
  <!-- hier Typdefinitionen von m_LN0, m_LPHD, m_CILO und m_XSWI -->  
</DataTypeTemplates>  
</SCL>
```

Listing 3: Verknüpfung von Anlagen- und IED-Datenmodell

Die abstrakten logischen Knoten des Anlagendatenmodells referenzieren auf die logischen Knoten der IED-Datenmodelle. Hierdurch wird eine Verknüpfung zwischen den primärtechnischen Komponenten und den für diese zuständigen sekundärtechnischen logischen Knoten hergestellt. Unabhängig von dem hier angewendeten Engineeringprozess kann diese Verknüpfung auch mit IED-Datenmodellen erfolgen, die auf Grund fester Datenmodellstrukturen nicht in der Lage sind, die funktionellen Namensbestandteile der Anlagenspezifikation in das IED-Datenmodell zu übernehmen.

3.4 Schritt 4: Kommunikationskonfiguration

```

<SCL>
  <Substation name="Musteranlage">...
  <IED name="Musteranlage_C1_Q2">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">
        <LDevice inst="SwitchRel">
          <LN lnType="m_CILO" lnClass="CILO" inst="1" prefix="">
            <Inputs>
              <ExtRef iedName="Musteranlage_C1_Q5" ldInst="SwitchRel"
                prefix="QC12" lnClass="XSWI" lnInst="1" doName="Pos"
                daName="stVal" serviceType="GOOSE" />
            </Inputs>
          </LN>
          <LN prefix="" lnClass="LPHD" inst="1" lnType="m_LPHD" />
          <LN prefix="QB1" lnClass="XSWI" inst="1" lnType="m_XSWI" >
            <DataSet name="DS_SwitchPos">
              <FCDA ldInst="SwitchRel" prefix="QB1" lnClass="XSWI" lnInst="1"
                doName="Pos" fc="ST" />
            </DataSet>
            <ReportControl name="ReportControll1" datSet="DS_SwitchPos"
              rptID="SwitchPos_C1Q2" confRev="1" buffered="true"
              bufTime="1000">
              <TrgOps dchg="true" qchg="true"/>
              <OptFields seqNum="true" timeStamp="true" dataSet="true"
                reasonCode="true" />
            </ReportControl>
          </LN>
          <LN prefix="QB1" lnClass="CILO" inst="1" lnType="m_CILO" />
        </LDevice>
      </Server>
    </AccessPoint>
  </IED>
  <IED name="Musteranlage_C1_Q5">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">
        <LDevice inst="SwitchRel">
          <LN0 lnClass="LLN0" inst="" lnType="m_LN0">
            <DataSet name="DS_SwitchPos">
              <FCDA ldInst="SwitchRel" prefix="QC12" lnClass="XSWI"
                lnInst="1" doName="Pos" daName="stVal" fc="ST" />
              <FCDA ldInst="SwitchRel" prefix="QC12" lnClass="XSWI"
                lnInst="1" doName="Pos" daName="q" fc="ST" />
            </DataSet>
            <GSEControl name="GSEControll1" datSet="DS_SwitchPos"
              appID="SwitchPosC1Q5" />
          </LN0>
          <LN prefix="" lnClass="LPHD" inst="1" lnType="m_LPHD" />
          <LN prefix="QC12" lnClass="XSWI" inst="1" lnType="m_XSWI" />

```

```
</LDevice>
  </Server>
  </AccessPoint>
</IED>
<DataTypeTemplates>
  <!-- hier Typdefinitionen von m_LN0, m_LPHD, m_CILO und m_XSWI -->
</DataTypeTemplates>
</SCL>
```

Listing 4: Konfiguration von DataSet und Control-Blocks (GOOSE und Report) und Inputs in den IEDs

In der Kommunikationskonfiguration wird festgelegt, welche Informationen zwischen den beteiligten logischen Knoten ausgetauscht werden müssen.

Um die Schalterpositionsinformation des Trenners QC12 aus dem Feld Q5 in eine Goose-Nachricht zu rangieren, wird das Datenattribute QC12XSWI1.Pos.stVal zusammen mit der Qualitätsinformation des Attributes in das DataSet DS_SwitchRel eingefügt. Über den Controlblock GSEControl1 wird das DataSet referenziert und der Versand der Goose-Nachricht gesteuert.

Auf der Goose-Subscriber Seite im IED des Feldes Q2 wird über eine Externe Referenz auf das DatenAttribute QC12XSWI1.Pos.stVal und der Angabe über den ServiceType GOOSE festgelegt, dass der logische Knoten CILO die Schalterposition des Trenners QC12 aus dem Feld Q5 als Eingangswert per GOOSE bezieht.

Um die Schalterposition des Trenners QB1 aus dem Feld Q2 an eine Nahbedienung HMI per Reporting zu versenden, wird hierzu das Datenobjekt QB1XSWI1.Pos entsprechend in das DataSet DS_SwitchRel eingefügt. Über den Report-Controlblock ReportControl1 wird das DataSet referenziert und der Versand der Report-Nachricht gesteuert.

3.5 Schritt 5: Netzwerkkonfiguration

```

<SCL>
  <Substation name="Musteranlage">...
  <IED name="Musteranlage_C1_Q2">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">...
    </AccessPoint>
  </IED>
  <IED name="Musteranlage_C1_Q5">
    <AccessPoint name="AccessPoint1">
      <Server desc="Server">...
    </AccessPoint>
  </IED>
  <Communication>
    <SubNetwork name="SubNetwork1">
      <ConnectedAP iedName="Musteranlage_C1_Q2" apName="AccessPoint1">
        <Address>
          <P type="IP">192.168.0.2</P>
          <P type="IP-GATEWAY">192.168.0.254</P>
          <P type="IP-SUBNET">255.255.255.0</P>
        </Address>
      </ConnectedAP>
      <ConnectedAP iedName="Musteranlage_C1_Q5" apName="AccessPoint1">
        <Address>
          <P type="IP">192.168.0.5</P>
          <P type="IP-GATEWAY">192.168.0.254</P>
          <P type="IP-SUBNET">255.255.255.0</P>
        </Address>
        <GSE ldInst="SwitchRel" cbName="GSEControl1">
          <Address>
            <P type="MAC-Address">01-0C-CD-01-00-00</P>
          </Address>
          <MinTime unit="s" multiplier="m">1</MinTime>
          <MaxTime unit="s" multiplier="m">2000</MaxTime>
        </GSE>
      </ConnectedAP>
    </SubNetwork>
  </Communication>
  <DataTypeTemplates>
    <!-- hier Typdefinitionen von m_LN0, m_LPHD, m_CILO und m_XSWI -->
  </DataTypeTemplates>
</SCL>

```

Listing 5: Konfiguration von Netzwerkadressen und GOOSE-Controlblock

In der Netzwerkkonfiguration werden für die im System eingesetzten IEDs entsprechende IP-Adressen sowie Subnetzmasken und Standard-Gateways parametrisiert.

Die in der Kommunikationskonfiguration konfigurierten Goose-Controlblock werden hier mit geeigneten MAC-Multicast Adressen und Intervallzeiten parametrisiert werden.

4. Beispiele für Problemaspekte bei rückwirkungsfreiem IED Austausch

4.1 Varianten zur Modellierung der Messwerte

Die Norm definiert die Datenobjekte zur Repräsentation von Messwerten z.B. Strom und Spannungswerte im logischen Knoten MMXU als optionale Datenobjekte.

Hierdurch kann sich für die Messwertmodellierung mit dem logischen Knoten MMXU eine erhebliche Variantenvielfalt ergeben.

In einer Variante könnten die Datenobjekte für z.B. Strom und Spannung in ein und demselben MMXU, in einer anderen Variante in zwei unterschiedlichen MMXUs modelliert sein.

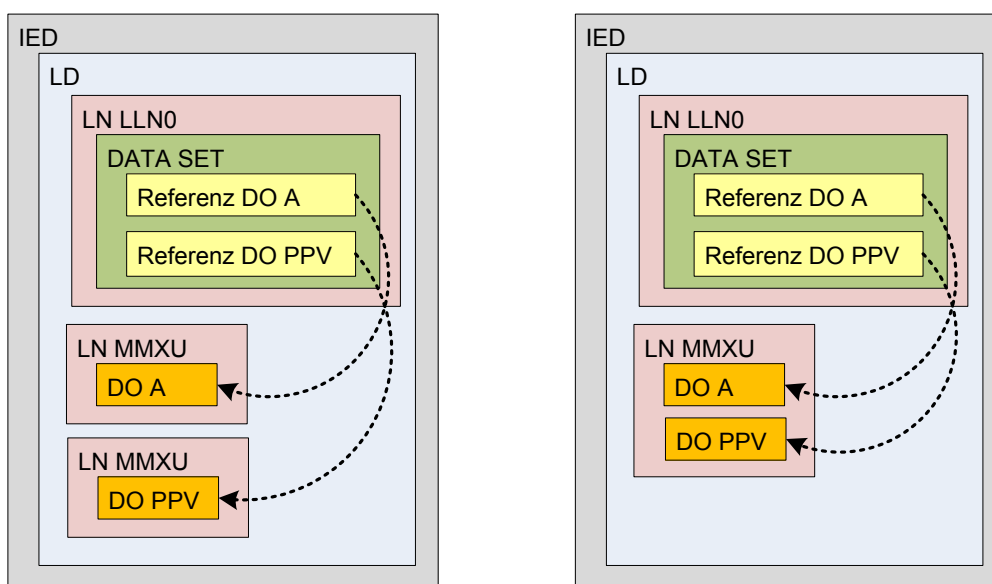


Abbildung 11: Modellierungsvarianten zweier Messwerte im MMXU

Die Varianz der Messwerte in der Modellierung ergibt sich maßgeblich in der unterschiedlichen Zuordnung der Messwerte zu den Applikationen und der möglichen Hardwareoptionen bei der Gerätebestellung bzw. -bestückung.

Folgende Varianten sind für verschiedene Geräte möglich:

MMXU

- Alle Messwerte primär oder sekundär
- 3-Phasenmessung mit allen U/I und abgeleiteten Größen P,f, cosPhi
- 3-Phasenmessung mit allen U/I und (teilweise) ohne abgeleiteten Größen P,f, cosPhi
- 3-Phasenmessung mit allen I
- 3-Phasenmessung für U und (teilweise) abgeleiteten Größen P,f, cosPhi
- Erdstrom/Verlagerungsspannung separat mit Bezug auf 3-Phasensystem

MMXN

- Alle Messwerte primär oder sekundär
- 1-Phasige Messung I mit/ohne Frequenz
- Abgeleitete Messgrößen alleine P,Q,S, f, cosPhi
- Erdstrom/Verlagerungsspannung separat ohne Bezug auf 3-Phasensystem

- Referenzspannung für Synchrocheck

MSQI

- Symmetrische Messgrößen mit Bezug auf 3-Phasensystem

Als Möglichkeiten der Modellierungsphilosophie werden folgende Punkte angesehen:

- Je realem Wandler system ein MMXU
- Je Hardwarevariante ein MMXU
- Je Datenobjekt/Messwert ein MMXU/MMXN
- Ein MMXU je Gerät, alle Messwerte dort verfügbar

| LN class | LN type | DO | DA | Var1 | Var2 | Var3 | Var4 | Var5 | |
|----------|---------|--|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--|
| MMXU | MMXU_1 | PPV | phsAB | x | x | | x | | |
| | | | phsBC | x | x | | x | | |
| | | | phsCA | x | x | | x | | |
| | MMXU_2 | PhV | phsA | x | x | | x | | |
| | | | phsB | x | x | | x | | |
| | | | phsC | x | x | | x | | |
| | | | neut | ? ²⁾ | ? ²⁾ | | ? ²⁾ | | |
| | | | res | x ¹⁾ | x ¹⁾ | | x ¹⁾ | x ¹⁾ | |
| | MMXU_3 | A | phsA | x | x | x | | | |
| | | | phsB | x | x | x | | | |
| | | | phsC | x | x | x | | | |
| | | | neut | ? ²⁾ | ? ²⁾ | ? ²⁾ | | | |
| | | | res | x | x | x | | x | |
| | MMXU_4 | TotW TotVAr TotVA TotPf Hz | | x | | | | x | |
| | | | | x | | | | x | |
| | | | | x | | | | x | |
| | | | x | | | | x | | |
| | | | x | | | | x | | |
| MSQI | MSQI_1 | seqV | c1 | x | | | | | |
| | | | c2 | x | | | | | |
| | | | c3 | x | x | | x | x | |
| | MSQI_2 | seqA | c1 | x | | | | | |
| | | | c2 | x | | | | | |
| | | | c3 | x | x | x | | x | |
| MMXN | MMXN_1 | Amp | | | | | | | |
| | | Vol | | | | | | | |
| | | Watt | | | | | | | |
| | | VolAmpr | | | | | | | |
| | | VolAmp | | | | | | | |
| | | PwrFact | | | | | | | |
| | | Hz | | | | | | | |

1) res res ist lt. Norm definiert für Strom

2) neut neut ist lt. Norm definiert für Messung Neutralleiter
"Value of phase neutral"

Die Tabelle oben definiert eine Modellierung von 4 LN types für die LNclass MMXU:

MMXU_1: Leiter-Leiter-Spannungen

MMXU_2: Leiter-Erde-Spannungen

MMXU_3: Ströme

MMXU_4: abgeleitete Größen P, Q, S, cosPhi, f

Durch Kombination der LN typen MMXU_1 ... MMXU_4 können verschiedene Messsituationen Var1 ... Var5 abgebildet werden.

5. Adaptionstrategien bei nicht vollständig freier Produktmodellierung

5.1 *Ansatz*

Ziel des folgenden Ansatzes ist es, dass nur das vom Austausch betroffenen IED an die Anlagenkonfiguration angepasst werden muss und hierbei andere Komponenten des Systems unverändert bleiben.

Hierbei ist zu beachten, dass die resultierende Anlagenkonfiguration mit der Erstkonfiguration, beschrieben in der .SCD-Datei, nicht mehr konsistent ist. Eine Wiederherstellung der Konsistenz zwischen Systemkonfiguration und .SCD-Beschreibung muss zeitlich nachgelagert erfolgen.

Austauschbarkeit über einheitlich konfigurierbare Datasets.

Der Ansatz zur Austauschbarkeit erfordert es, dass die DataSet-Konfiguration des neuen IED so flexibel ist, dass die DataSets des auszutauschen IEDs exakt nachgebildet werden können. Somit ist es möglich, gleichförmige Dataset zur Übertragung beliebiger ST oder MX einsetzen zu können.

5.2 *Anforderungen zur Austauschbarkeit über einheitlich konfigurierbare Datasets in Melderichtung*

Um die Austauschbarkeit über einheitlich konfigurierbare Datasets in Melderichtung zu erreichen, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- Konfigurierbare Data Sets mit Konfigurationsmöglichkeit bis herunter auf Datenobjektebene, hierbei muss die Typdefinition in den DataTypeTemplates identisch in der Anzahl und Reihenfolge der Datenattribute sein
- Konfigurierbare Data Sets mit Konfigurationsmöglichkeit bis herunter auf Attributsebene und absolut freie Zusammenstellung innerhalb eines Data Sets (für Goose)
- Konfigurierbare Data Set-Namen
- Konfigurierbare Report Control Block-Namen / Report-ID (rptId)
- Konfigurierbare Goose Control Block-Namen / GOOSE-ID (appld / GoID)

Für das Aktivieren von Reports / GOOSE durch den Client muss dieser den Controlblock identifizieren können. Dies kann über die ReportID / GoID erfolgen.

Alternativ müssten die CBs alle in einem gemeinsamen logischen Knoten (i.d.R. LLN0) liegen und hierbei die übergeordneten Elemente IED-Name und LD-Name anpassbar sein.

5.3 *Anforderung zur Austauschbarkeit in Befehlsrichtung durch teilweise Produktmodellierung*

Um die Austauschbarkeit von IEDs bezüglich Steuerung und Rückmeldungen von Schaltgeräten bzw. Betriebsmittel zu erreichen, müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:

- Konfigurierbare IED-Namen
- Konfigurierbare LD-Namen
- Konfigurierbare Prä-/Suffixes der LN

- Festlegung der Zeichenanzahl zu Prä-/Suffix ? (z.B. 6/1 Zeichen)

Bei den Namensbezeichnern sind die Längenrestriktionen gemäß IEC 61850-7-2 Ed.2 zu berücksichtigen.

Der Namensbezeichner LDName gemäß Teil 7-2 setzt sich aus dem IED-Name gemäß Teil 6 und dem LD-Name (LDevice.inst) gemäß Teil 6 zusammen.

D.h. IED-Name und LD-Name gemäß Teil 6 dürfen zusammen maximale Zeichenlänge von 64 Zeichen lang sein.

Das neue IED-Datenmodell muss in den Bereichen, die für die Steuerungsdienste verwendet werden exakt mit dem Datenmodell des auszutauschenden IEDs übereinstimmen.

Sind die genannten Anforderungen nicht erfüllt, ist eine Anpassung auf Clientseite erforderlich.

5.4 Eingangsdaten für das auszutauschende IED

Vorhandene Eingangsdaten – beschrieben durch Inputs in der .SCD-Datei – müssen in das auszutauschende IED übernommen werden.

5.5 Randbedingungen

Als allgemeine Randbedingungen um eine rückwirkungsfreie Austauschbarkeit erreichen zu können, werden die folgenden Punkte genannt:

- Es sollten grundsätzlich nur statische DataSets verwendet werden.
- Erweiterungen sollten immer nur am DataSet-Ende angefügt werden.
- Änderungen in der bestehenden DataSet-Struktur sollten nicht nachträglich verändert werden.
- Datenobjekttypen (die Struktur der Datenobjekte) müssen gleich sein.

5.6 Analyse / Nachweis

Im Rahmen der Arbeit wurde eine Analyse von aktuellen Implementierungen durchgeführt und hat folgende Resultate ergeben:

1. Die in einem Report zu versendende Nachricht und ihre Informationsobjekte werden festgelegt durch:
 - die DataSetMember (FCD, FCDA) und deren Reihenfolge im DataSet
 - die Ausprägung der DataSetMember unterlagerten Datenobjekte in der SCL-TypeTemplateSection (Attributtypstrukturen).Die Reihenfolge der Attribute der Attributtypen selbst wird durch die Norm festgelegt. D.h., dass bei unterschiedlicher Ausprägung von Typen (DOType, DAType) Reports, in denen Instanzobjekte (FCD, FCDA) dieser Typen referenziert werden, ebenfalls unterschiedlich ausgeprägt sind.
2. Besteht die Anforderung, Datenattribute ohne TrgOp (z.B. Timestamp) per ereignisgesteuertem Reporting zu übertragen, muss in dem entsprechenden DataSet das übergeordnete Datenobjekt (FCD) referenziert werden.

5.7 Schlussfolgerung

Werden bei der DataSet-Konfiguration FCD (Referenzen auf Datenobjekte) verwendet, muss beim IED-Tausch die DataSet-Ausprägung gleich sein. Zusätzlich muss gewährleistet werden, dass der Empfänger die unterliegenden Datenobjektstrukturen gleich versteht. Das kann ebenfalls durch die Gleichheit dieser unterliegenden Datenobjektstrukturen erreicht werden.

6. Literatur

- [1] IEC 61850-6 Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs
- [2] DKE 952.0.1 Beschreibung des Engineeringprozesses
- [3] DKE 952.0.1 Modellierungsrichtlinie und Mustermodellierung mit der SCL