

CONSENS SysML 1.3 Profil

Benutzerdokumentation

Verfasser: Alexander Nyßen, Markus Mühlbrandt (itemis AG)

Version: 1.0

Stand: 16.04.2013

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	3
1 Installation der CONSENS-MDG-Technology	4
Deaktivierung vorhandener störender MDG-Technologies.....	4
2 Erstellen von Projekten und Diagrammen	6
2.1 Anlegen eines Projekts.....	6
2.2 Erstellen der Projektstruktur	7
2.3 Anlegen und Editieren von Diagrammen.....	9
Anlegen von Elementen	10
Bearbeiten von CONSENS-spezifischen Eigenschaften	12
Zusammenspiel zwischen Typ-Sicht (Template) und Instanz-Sicht (Exemplar)	13
3 Diagrammtypen und Elemente.....	16
3.1 Environment Definition	16
3.2 Environment.....	17
3.3 Active Structure Definition.....	18
3.4 Active Structure	20
3.5 Requirements	21
3.6 Functions.....	22
3.7 Application Scenarios	24
3.8 FlowSpecifications, ValueTypes und Units.....	26
4 Nutzung der originalen SysML Diagramme	28
5 Anhang	29

Einleitung

Das CONSENS-SysML-1.3-Profil (im Folgenden CONSENS-Profil genannt) erlaubt es, die Spezifikationstechnik CONSENS zur Modellierung bzw. Spezifikation der Prinzipiellösung mechatronischer Systeme auf Basis der SysML Version 1.3 [SysML11] anzuwenden und somit in entsprechenden SysML-Werkzeugen CONSENS-konform zu modellieren. Das Profil legt dabei detailliert fest, welche Elemente der SysML im Rahmen der Spezifikationstechnik CONSENS direkt verwendet werden können (SysML-Stereotypen und UML4SysML-Metaklassen), und es definiert darüber hinaus eigene CONSENS-spezifische Erweiterungen (CONSENS-Stereotypen), die für die Modellierung zusätzlich benötigt werden.

Die technische Umsetzung des CONSENS-Profiles als MDG-Technology (Model Driven Generation-Technology) für den Sparx Enterprise Architect (im Folgenden EA genannt) beinhaltet die formale Definition des SysML-Profiles, sowie benutzerspezifische Erweiterungen in Form von Diagrammtyp-Definition (z.B. Definition von Systemelementen als sogenannte Templates) und Toolbox-Definitionen, mit denen CONSENS-Modelle im EA modelliert werden können.

Das vorliegende Dokument soll den Leser dabei unterstützen, die CONSENS-MDG-Technology in den Sparx Enterprise Architect (EA) zu installieren. Darüber hinaus beschreibt das Dokument wie die Spezifikation der Prinzipiellösung im EA CONSENS-konform durchgeführt werden kann. Die Spezifikation des CONSENS-Profiles (d.h. die Spezifikation der im Profil verwendeten SysML-Stereotypen und UML4SysML-Metaklassen sowie die Spezifikation der CONSENS-eigenen Stereotypen) ist nicht Bestandteil dieser Dokumentation sondern findet sich in einer gesonderten Dokumentation statt [CON13].

Das vorliegende Dokument ist wie folgt strukturiert. In Kapitel 1 wird beschrieben wie die CONSENS-MDG-Technology in den EA installiert wird. Kapitel 2 widmet sich dem grundsätzlichen Erstellen von Projekten und Diagrammen mit Hilfe der durch die CONSENS-MDG-Technology bereitgestellten Diagrammtypen und Toolboxen. In Kapitel 3 wird dann für jeden durch die CONSENS-MDG-Technology bereitgestellten Diagrammtypen detailliert beschrieben, wie entsprechende Diagramme (z. B. Funktionen) erstellt und bearbeitet werden können (insbesondere, welche Modellelemente aus dem CONSENS-Profil dabei zum Einsatz kommen). Abschließend zeigt Kapitel 4 wie die CONSENS-Stereotypen auch in den originalen SysML-Diagrammen im EA verwendet werden können.

1 Installation der CONSENS-MDG-Technology

Die zur CONSENS-konformen Modellierung bereitgestellten EA-Erweiterungen (CONSENS-SysML-Profildefinition sowie Diagrammtyp- und Toolbox-Definitionen) liegen als Model Driven Generation (MDG) Technology Datei im XML-Format vor. Um die CONSENS-MDG-Technology im Enterprise Architect nutzen zu können, muss sie einmalig importiert werden. Das Importieren wird nachfolgend detailliert beschrieben. Dazu ist zunächst der EA zu öffnen.

Über den Menüeintrag „**Tools → MDG Technology Import**“ lässt sich im EA ein Import-Dialog öffnen, mit dem dies möglich ist (vgl. Abbildung 1).

Mit einem Klick auf den **Button**  kann die Profil-Datei (XML-Datei) in einem Dialog (vgl. Abbildung 1) ausgewählt werden. Ein weiterer Klick auf den „**OK**“-Button importiert das Profil.

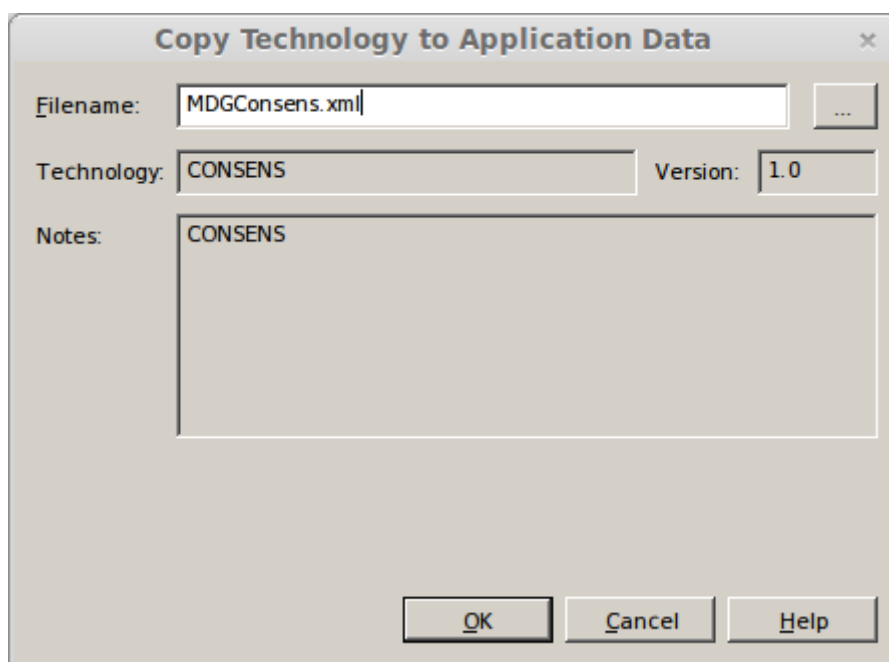


Abbildung 1: Import des CONSENS-Profiles

Deaktivierung vorhandener störender MDG-Technologies

Ein zum <<Function>>-Stereotyp des CONSENS-SysML-Profiles gleichnamiger Stereotyp wird auch durch die „Core Extensions“-MDG-Technology des EA bereitgestellt. Dies führt dazu, dass beim Applizieren eines <<Function>>-Stereotyps automatisch der Stereotyp des „Core Extensions“-Profils gewählt wird, nicht der des CONSENS-SysML-Profiles. Hierdurch kann das Diagramm für die Funktionen nicht ordnungsgemäß ausgeführt werden. Um dies zu vermeiden muss die „**Core Extensions**“-Technology daher nachfolgend vor der Verwendung des Profils **deaktiviert** werden.

Dazu kann über den Menüpunkt „**Settings → MDG Technologies...**“ der Dialog (vgl. Abbildung 2) zur Verwaltung aller installierten MDG Technologies geöffnet werden. In diesem Dialog muss dann „**Core Extensions**“ **abgewählt** werden. Anschließend wird der Dialog mit dem „**OK**“-Button geschlossen. Nun wird der CONSENS <<Function>>-Stereotyp bei der Modellierung verwendet.

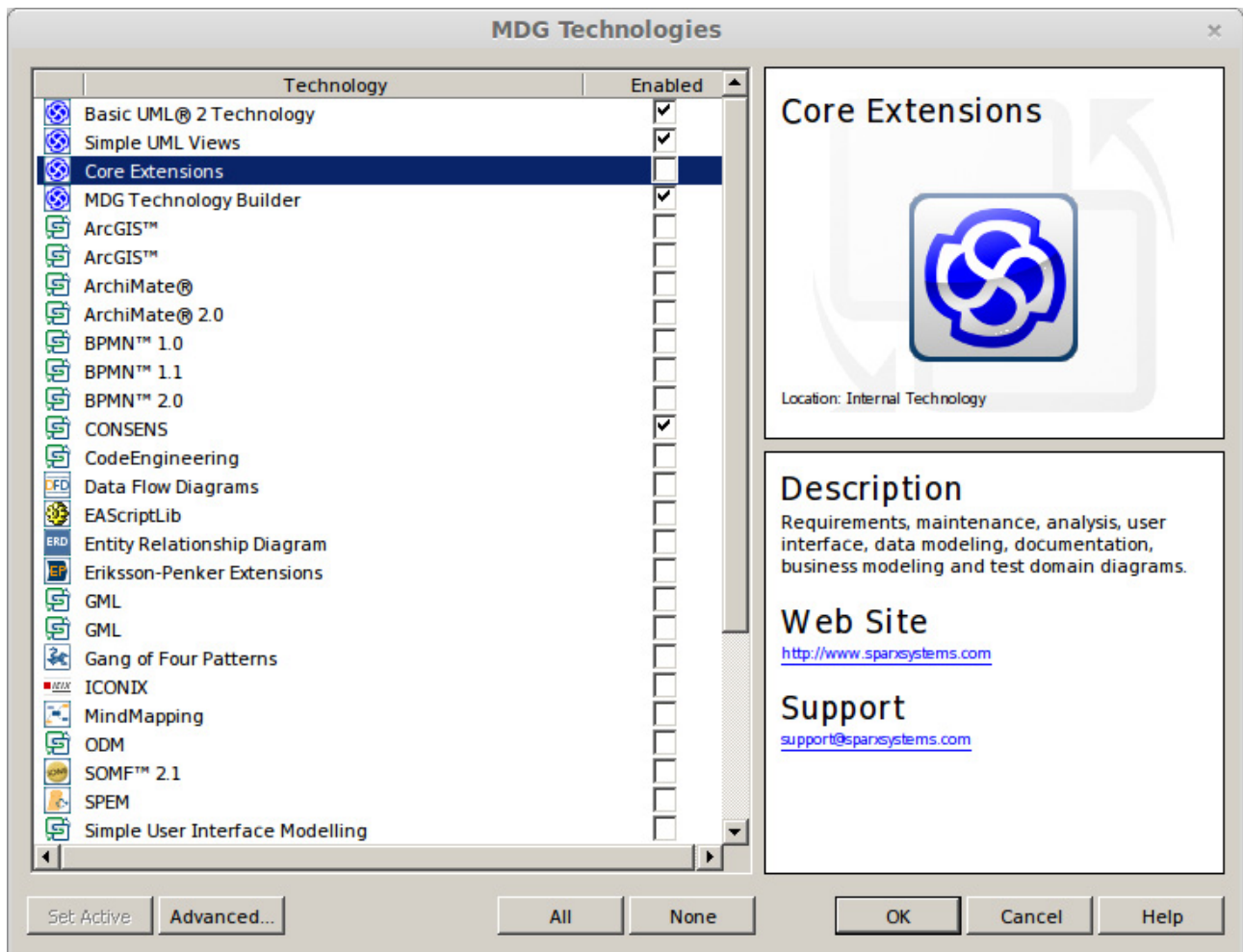


Abbildung 2: Deaktivierung der "Core Extensions"

2 Erstellen von Projekten und Diagrammen

Im Folgenden wird anhand eines Umfeld-Diagramms das Erstellen von CONSENS-Diagrammen im EA exemplarisch beschrieben. Das Anlegen anderer Diagramme erfolgt nach identischem Schema.

2.1 Anlegen eines Projekts

Über den Menüeintrag „**File** → **New Project...**“ (CTRL-N) öffnet sich im EA ein Dialog (vgl. Abbildung 3) zum Erstellen neuer Projekte. Hier muss nun der gewünschte Dateiname angegeben werden. Ein Klick auf „**Speichern**“ legt das Projekt an.

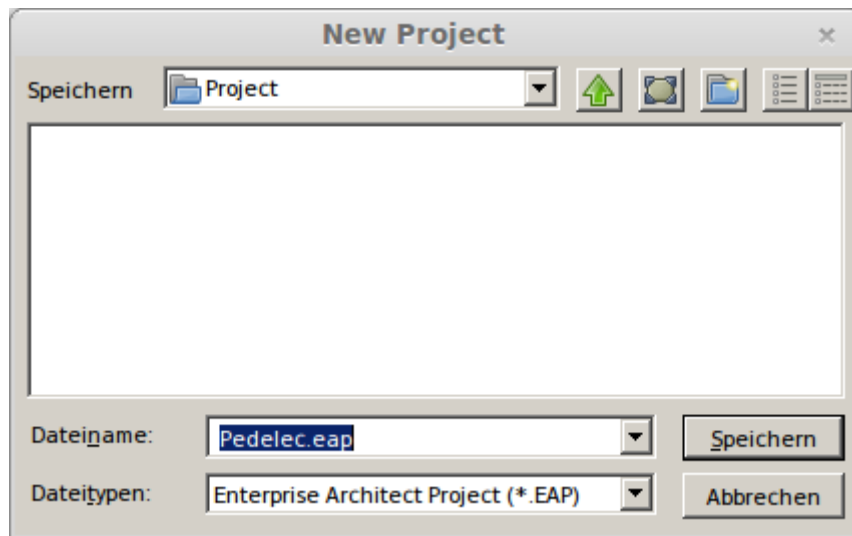


Abbildung 3: Erstellen eines neuen Projekts

Anschließend öffnet sich der Model-Wizard Dialog, in dem der Benutzer angeben muss, auf welcher MDG-Technology das zu erstellende Model basieren soll (vgl. Abbildung 4). Hierbei ist im Dialog die „**SysML 1.3**“-Technology zu wählen, da das CONSENS-Profil auf Basis der SysML in der Version 1.3 erstellt wurde. Mit dem „**OK**“-Button wird die Auswahl bestätigt.

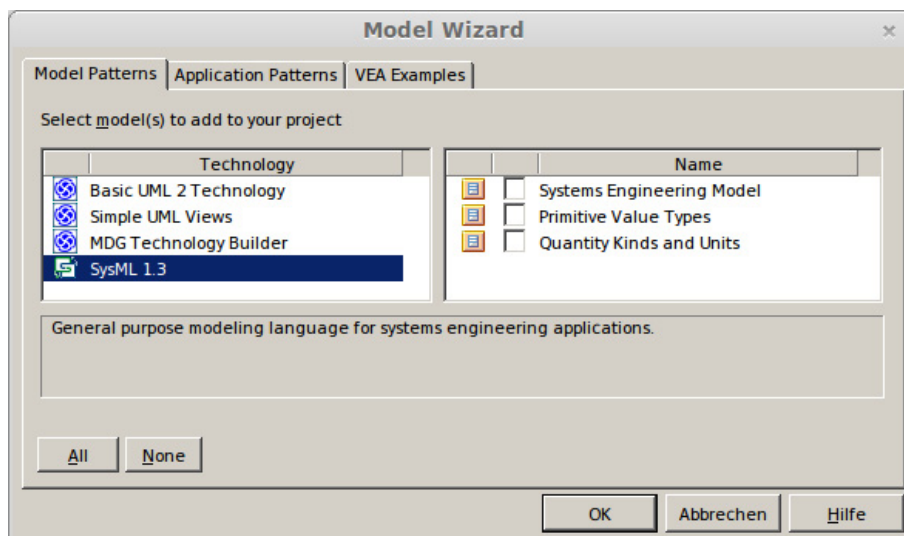


Abbildung 4: Auswahl der MDG Technology

Nachfolgend zeigt der EA das neu erstellte Modell an (vgl. Abbildung 5). Die „Project Browser“- und die „Toolbox“-View sind nach Anlegen des Projekts automatisch geöffnet. Sollte die Toolbox nicht automatisch angezeigt werden kann diese mit dem Menüeintrag **„Diagram Toolbox“** („Diagram“ Menü) oder mit dem Shortcut **ALT+5** aktiviert werden.

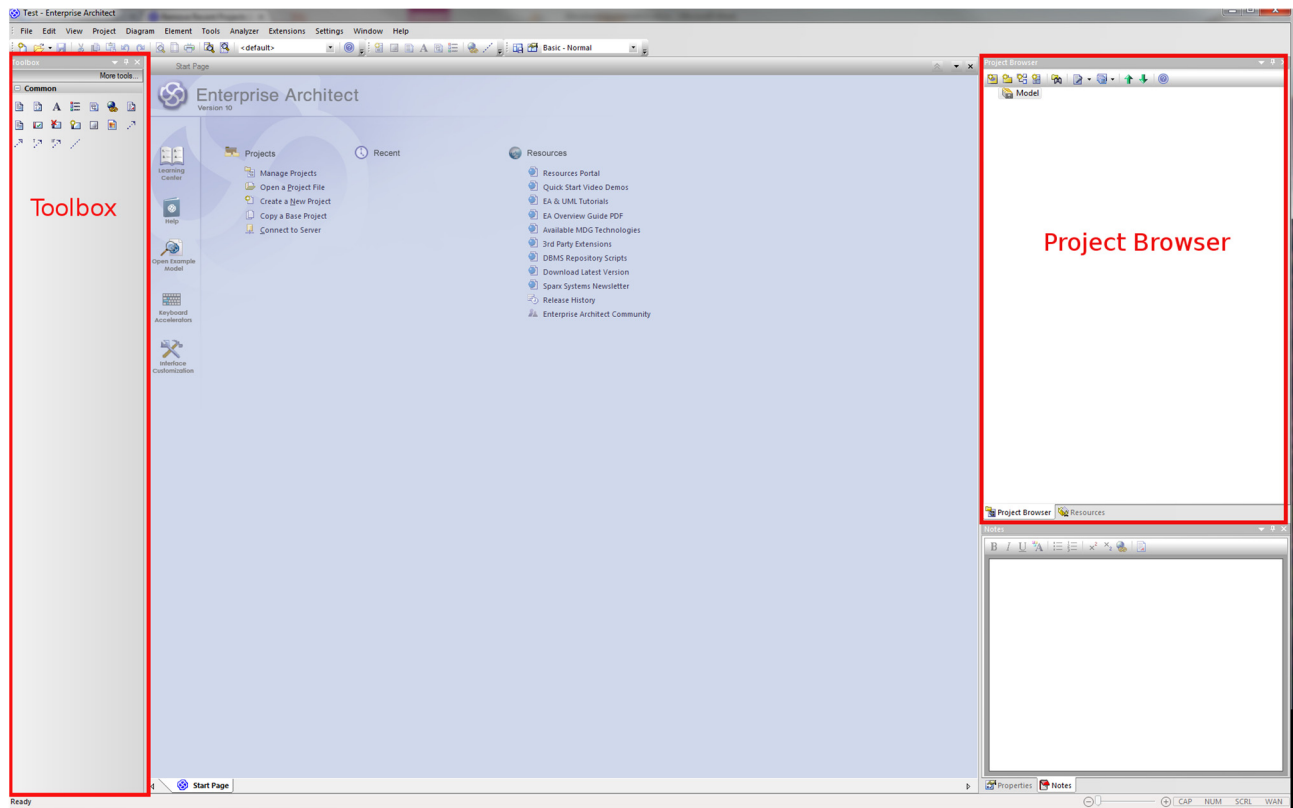


Abbildung 5: Der EA mit neu erstelltem Projekt

2.2 Erstellen der Projektstruktur

Die SysML erlaubt es, Modelle durch Pakete (engl. Packages) zu strukturieren (vgl. [SysML11]). Pakete dienen dazu, aggregierte Modellelemente (möglicherweise auch weitere Pakete) unter einem gemeinsamen Namensraum zusammenzufassen. Mit Hilfe von Paketen ist es daher möglich, Projekte bzw. deren Inhalte zu strukturieren. Im EA dienen Pakete darüber hinaus als Container für Diagramme (bestimmte Diagramme, z.B. die CONSENS-Active Structure-Diagramme, können aber auch Kind-Elementen von Paketen, zum Beispiel CONSENS-SystemElementTemplates, direkt zugeordnet werden).

Ein Package lässt sich im „**Project Browser**“ über den zweiten Eintrag (📁)-Button in der Toolbar („**New Package**“) anlegen. Ein neuer Dialog, in dem ein Name für das Package vergeben werden kann, öffnet sich nachfolgend (vgl. Abbildung 6).

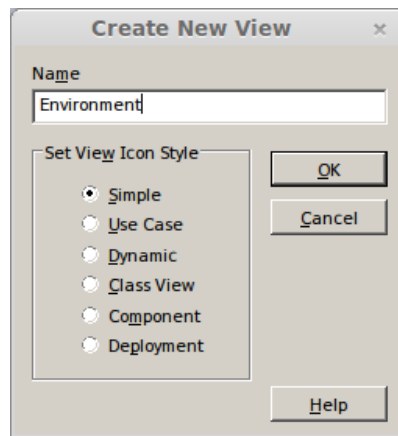


Abbildung 6: Erstellen und Benennen eines Packages

Der „**View Icon Style**“ bezieht sich auf das Aussehen des Icons vor dem Package Namen und kann im Standardfall auf „**Simple**“ gesetzt werden ([EA Online Hilfe](#)). Diese Auswahl hat keinerlei semantische Bedeutung und kann beliebig gewählt werden. Mit einem Klick auf „**OK**“ wird das Package (hier „Environment“) erstellt und im „Project Browser“ angezeigt.

Der EA legt dem Benutzer keine Einschränkungen bei der Gestaltung der Paket-Struktur auf. Im Kontext der Spezifikationstechnik CONSENS ist es aber empfehlenswert, das SysML-Modell, wie exemplarisch in Abbildung 7 dargestellt, analog zu den von CONSENS definierten Partialmodellen zu strukturieren, d.h. pro Partialmodell ein eigenes Package anzulegen, in dem dann auch die dazu gehörigen Diagramme abgelegt werden. Für die Definition der *FlowSpecifications*, *Value- & Data-Types* und *Units & QuantityKinds* (siehe Abschnitt 3.8), die zur Spezifikation von Flüssen benötigt werden, bietet es sich an, ebenfalls jeweils ein eigenes Package anzulegen. Hierdurch ist es möglich, die Übersichtlichkeit des Modells zu erhöhen.

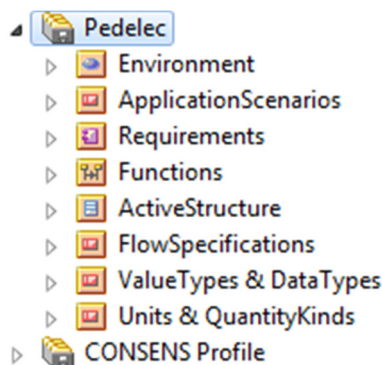


Abbildung 7: Vorgeschlagene Paket-Struktur für neue Modelle

2.3 Anlegen und Editieren von Diagrammen

Um ein Diagramm zu erstellen muss zunächst das Container-Element, unter dem das Diagramm angelegt werden soll (normalerweise ein Paket, bei Active Structure-Diagrammen aber auch ein SystemElementTemplate), im **Projekt-Browser** **selektiert** werden. Abbildung 8 zeigt die Paket-Struktur des Pedelec-Beispiels mit den zugehörigen Diagrammen.

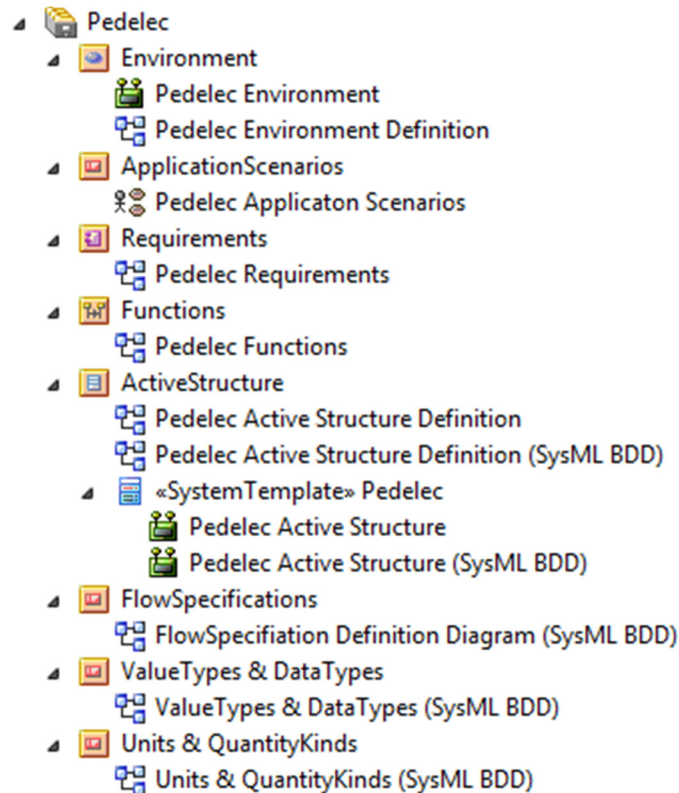


Abbildung 8: Paket-Struktur mit Diagrammen für das Pedelec-Beispiel

Anschließend wird durch den dritten Eintrag (🔧) (New Diagram)-Button der Toolbar ein neues Diagramm angelegt. Es öffnet sich nachfolgend der „New Diagram“-Wizard (vgl. Abbildung 9).

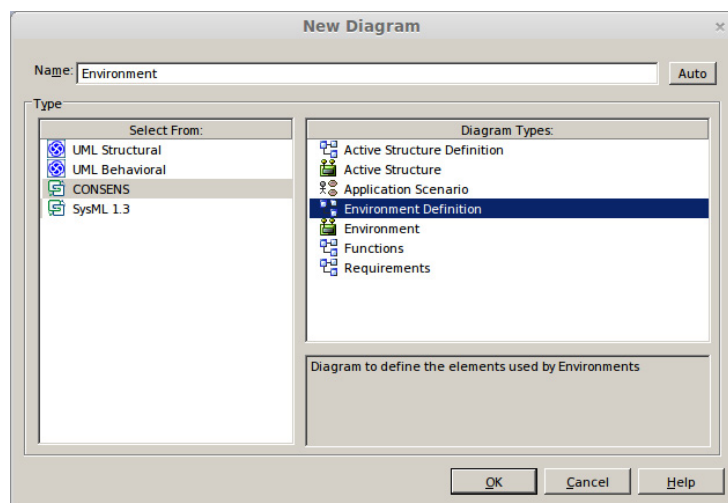


Abbildung 9: "New Diagram" Wizard

Wenn die CONSENS-Technology im linken Teil des Wizard-Dialogs ausgewählt ist, werden im rechten Teil alle dort möglichen Diagrammtypen (vgl. Abbildung 9) angezeigt. Für das Umfeld und die Wirkstruktur stehen hier jeweils zwei Diagramme zur Auswahl (jeweils Typ- und Instanz Sicht). Mit dem „OK“-Button wird ein Diagramm des ausgewählten Typs erstellt (vgl. Abbildung 10). Die jeweils zum Diagramm passende Toolbox wird dabei automatisch geöffnet, so dass neue Elemente nun einfach mit Hilfe dieser angelegt werden können.

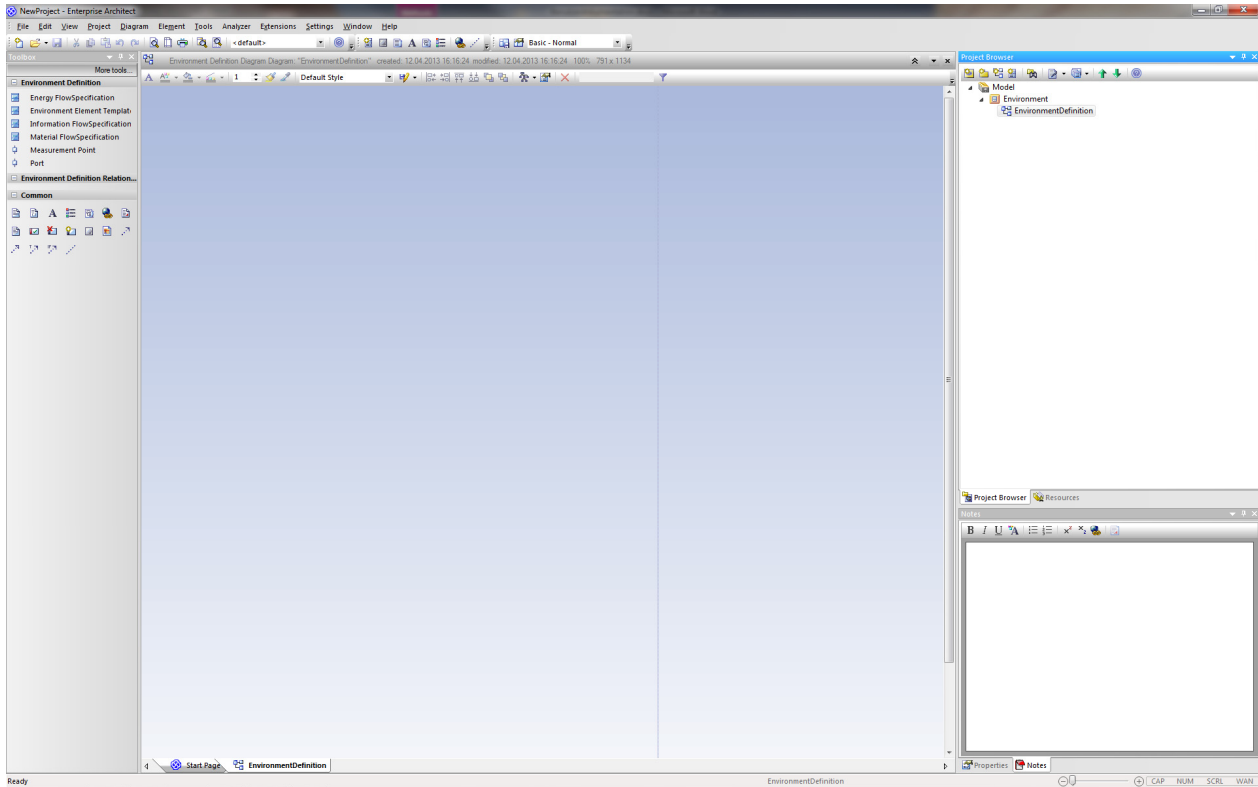


Abbildung 10: Environment Definition Diagram mit zugehöriger Toolbox

Anlegen von Elementen

Durch einen Klick auf die Toolbox wird ein entsprechendes Werkzeug aktiviert, so dass mit einem weiteren Klick in die Diagrammfläche ein Element zum Diagramm (und zum unterliegenden Modell) hinzugefügt werden kann. Soll zum Beispiel ein „Environment Element Template“ aus der in Abbildung 10 dargestellten Toolbox auf die Diagrammfläche gezogen werden, muss der Benutzer auf den Eintrag „Environment Element Template“ in der Toolbox „Environment Definition“ klicken, wodurch das Werkzeug aktiviert wird. Mit einem weiteren Klick in die Diagrammfläche kann nun ein „Environment Element Template“ zu dem Diagramm hinzugefügt werden.

Es öffnet sich nachfolgend automatisch der Properties-Dialog des EA, in dem ein Name für das neu angelegte Element vergeben werden kann (vgl. Abbildung 11).

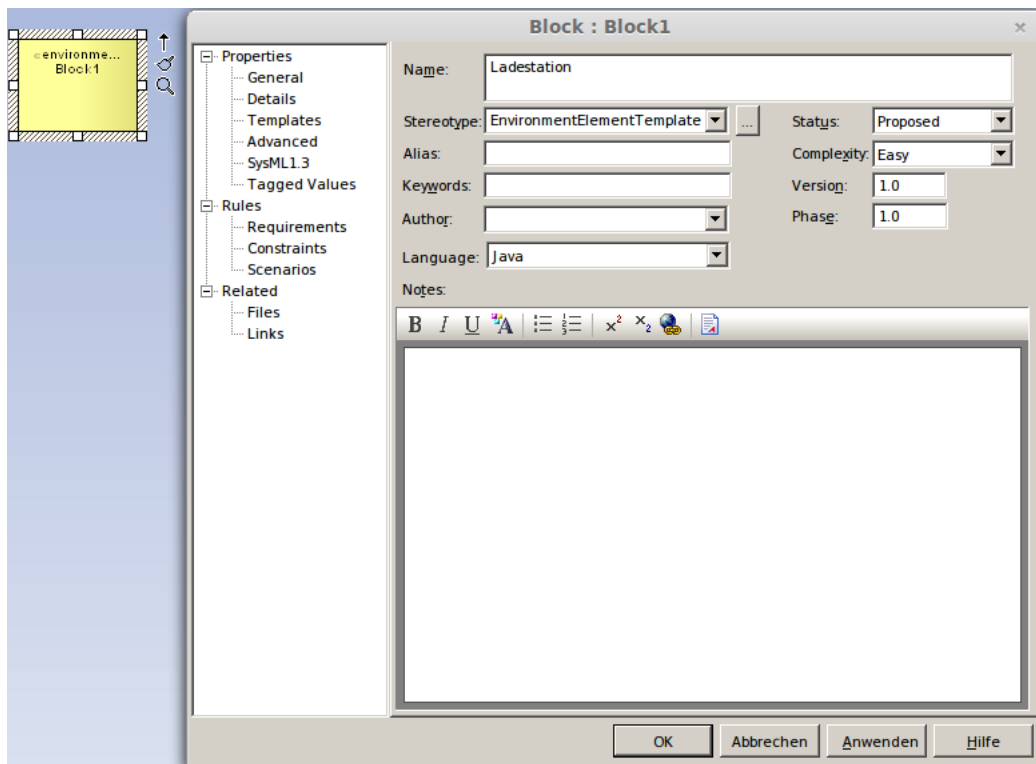


Abbildung 11: Properties eines Environment Element Templates

Der Stereotyp wird dabei automatisch gesetzt. Hier wurde also ein SysML-Block mit dem entsprechenden CONSENS-Stereotypen `<<EnvironmentElementTemplate>>` angelegt.

Bearbeiten von CONSENS-spezifischen Eigenschaften

Um Eigenschaften, die in den CONSENS-Stereotypen definiert sind, bearbeiten zu können, kann wie bei den, durch die SysML-vordefinierten Eigenschaften, der Properties-Dialog genutzt werden. Die CONSENS-spezifischen Eigenschaften (z. B. störender Fluss) finden sich dabei im „**Tagged Values**“-Tab, wie in Abbildung 12 dargestellt, wieder.

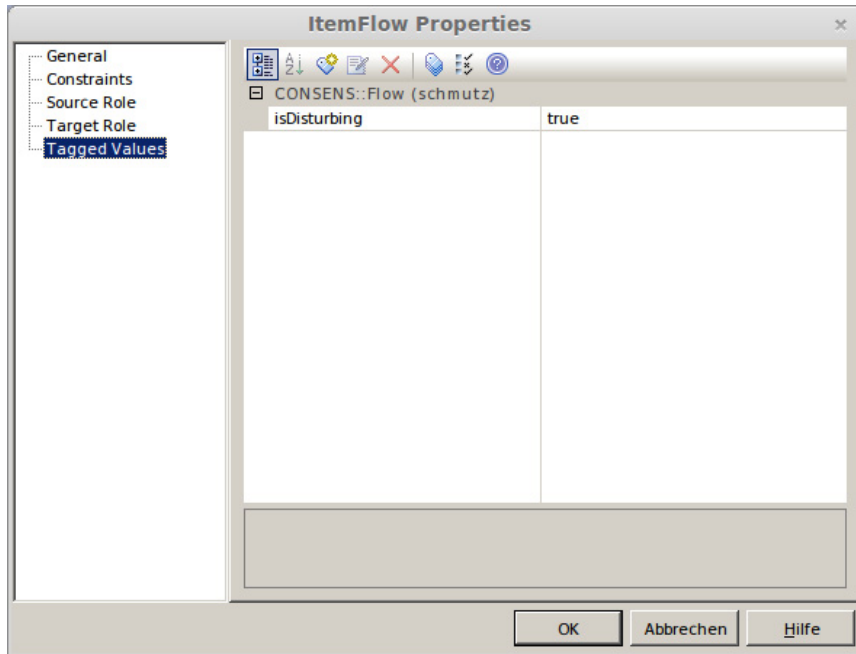


Abbildung 12: ItemFlow tagged values

Um beispielsweise, wie in der Abbildung dargestellt, einen **Fluss** (ItemFlow) als **störend** zu markieren, muss in dem **Properties-Menü** des Flusses im Eintrag „**Tagged Values**“ das Feld „**isDisturbing**“ auf „**true**“ gesetzt werden). Der Fluss wird dann im Modell rot gezeichnet (Abbildung 13).

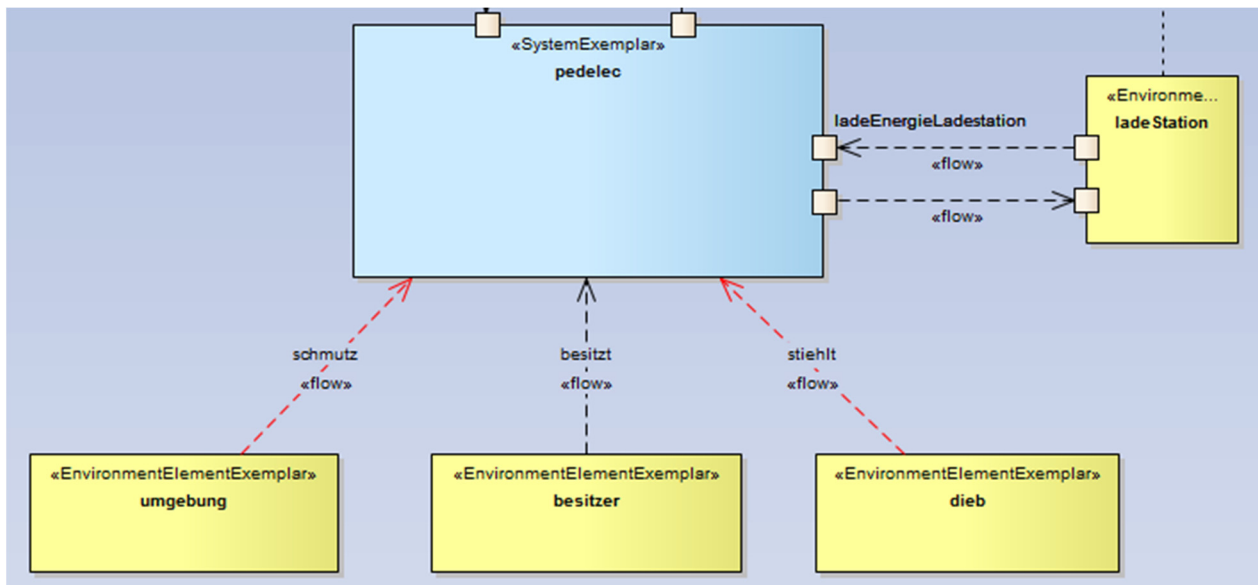


Abbildung 13: Modell mit Störflüssen

Zusammenspiel zwischen Typ-Sicht (Template) und Instanz-Sicht (Exemplar)


Anders als im dedizierten CONSENS-Werkzeug Mechatronic Modeler wird in der SysML strikt zwischen der Definition von Block-Typen in der Typsicht und ihrer Verwendung in Form von Exemplaren (durch Blöcke typisierte Properties) in der Instanzsicht unterschieden. Beispielsweise wird in der Typsicht der Typ „Rad“ definiert. In der Instanzsicht werden vier einzelne Räder als Instanzen des Typs „Rad“ definiert. Hierfür stehen die zwei unterschiedlichen Diagrammarten zur Verfügung: ein Block-Definition-Diagramm (Typsicht) und ein Internal Block-Diagramm (Instanzsicht).

Die Trennung in Typ und Instanz in der SysML entspricht der Trennung von Template und Exemplar (von Prototype) im Mechatronic Modeler (MM). Ähnlich wie im MM, können Exemplare in der SysML auch dann modelliert werden, wenn kein expliziter Typ angegeben wird (ein Property ohne Type), da die Festlegung struktureller Eigenschaften einer Instanz aber anhand des zugehörigen Typs vorgenommen wird (ein Block-Typ definiert zum Beispiel die Ports, die alle Instanzen des Typs besitzen), muss in der SysML in der Regel immer auf Typen zurückgegriffen werden.

Um Templates und Exemplare von Umfeld- und Wirkelementen definieren zu können, bietet die CONSENS-MDG-Technology zur Modellierung von Umfeld und Wirkstruktur jeweils zwei, von den Block-Definition- und Internal-Block-Diagramm abgeleitete Diagrammtypen an. Für die Definition der Templates (bzw. Typen) dient dabei jeweils das „Active Structure Definition“-Diagramm und das „Environment Definition“-Diagramm, für das Modellieren der Exemplare (bzw. Instanzen) werden analog das „Environment“- und „Active Structure“-Diagramm verwendet.

Zum Beispiel wird im Rahmen des CONSENS-Profiles das Umfeld mittels eines „Environment“-Diagramms modelliert (Instanzsicht), in dem Exemplare von Umfeldelementen modelliert werden (diese werden in Form stereotypisierter Properties repräsentiert; hierfür bietet die dem Umfeld-Diagrammtyp zugeordnete Environment-Toolbox einen entsprechenden Eintrag). Möchte man die Flüsse zwischen Umfeldelementen und dem System durch FlowSpecifications weiter definieren, ähnlich wie im Mechatronic Modeler, so müssen die Umfeldelemente zuvor typisiert werden, da hierfür Ports benötigt werden, die dann durch entsprechende FlowSpecifications typisiert werden können. Können Flüsse ohne Ports direkt zwischen Umfeldelementen gezogen werden (d.h. die Flüsse werden nicht näher spezifiziert, sondern nur benannt), kann das Definieren von zugehörigen Umfeldelement-Typen entfallen, um somit Zeit zu sparen.

Dies bedeutet, dass zunächst über die Typsicht (Environment Definition Diagramm) ein entsprechendes EnvironmentElementTemplate angelegt werden muss (analog zum vorstehend beschriebenen Vorgehen für EnvironmentElementExemplar).

Das in der Typsicht angelegte EnvironmentElementTemplate kann dann als Typ dem in der Instanzsicht (Environment Diagramm) modellierten EnvironmentElement zugeordnet werden. Dies wird über den Properties-Dialog definiert, der beim Anlegen des Elements automatisch geöffnet wird. Er lässt sich auch nachträglich über das Kontextmenü eines Elements öffnen (Properties, ALT-Eingabe). Um den Typ des Elements setzen zu können, muss im Tree-Viewer auf der linken Seite das „Property“-Tab gewählt werden (vgl. Abbildung 14). Über den  Button neben Type kann dann ein Type Selection-Dialog geöffnet, und ein zuvor definierter Typ aus einer Liste bestehender Typen (hier „Ladestation“) ausgewählt werden.

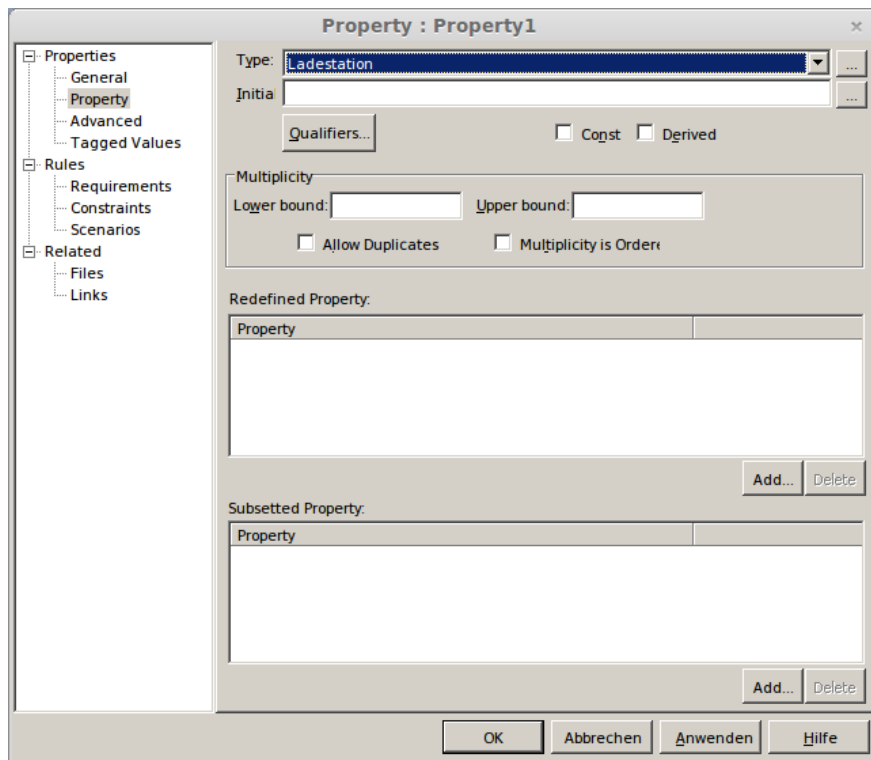


Abbildung 14: Setzen des Typen an einem Exemplar

Wenn Ports benötigt werden, müssen diese dem EnvironmentElementTemplate in Typsicht hinzugefügt werden, bevor sie beim EnvironmentElement in der Instanzsicht (Environment Diagram) nutzbar sind. Ports können ähnlich wie Umfeldelemente zu einem Diagramm hinzugefügt werden, allerdings muss beim Klick in das Diagramm nicht der Diagrammhintergrund, sondern das EnvironmentElementTemplate ausgewählt werden, dem der Port hinzugefügt werden soll. Die Ports können in der Typsicht über den Properties-Dialog durch zuvor definierte FlowSpecifications (siehe Abschnitt 3.8) typisiert werden. Abbildung 15 zeigt ein UmfeldElementTemplate mit Ports.

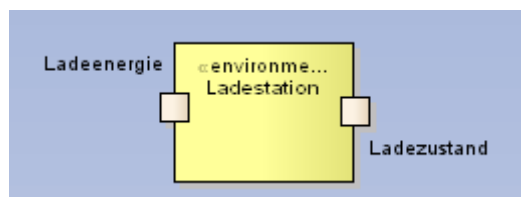


Abbildung 15: UmfeldElementTemplate mit Ports

Abbildung 16 zeigt ein neues EnvironmentElement (mit Namen „ladestation“), das durch das EnvironmentElementTemplate „Ladestation“ typisiert ist.

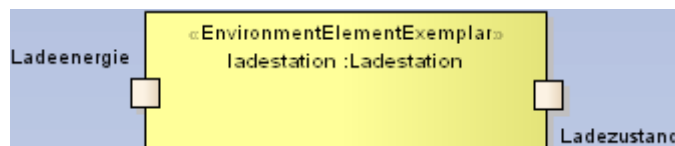


Abbildung 16: Typisiertes UmfeldElementExemplar mit Ports

Um den Typen des Elements wie hier dargestellt anzuzeigen, muss dies im Kontextmenü des

Elements über „**Advanced** → **Show Element Type**“ ausgewählt werden. Da die durch den Typ (Template) eines Exemplars **definierten Ports** nicht automatisch **angezeigt** werden, müssen diese ebenfalls manuell eingeblendet werden. Hierfür muss man über das **Kontextmenü** des Elements mittels „**Structural Elements...**“ die anzuzeigenden Ports auswählen (vgl. Abbildung 17).

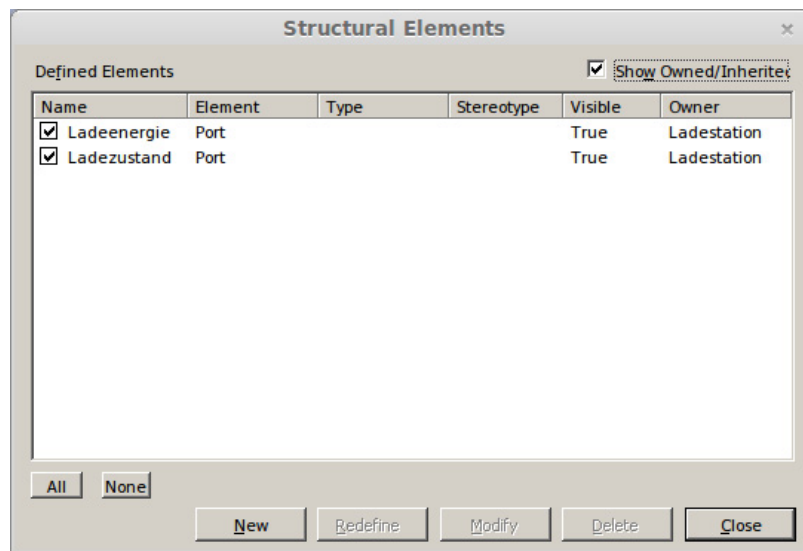


Abbildung 17: Auswahl der sichtbaren Ports

3 Diagrammtypen und Elemente

In Kapitel 2 wurde beschrieben, wie Diagramme und Elemente grundsätzlich im EA angelegt und bearbeitet werden können. Die dort beschriebenen Schritte lassen sich auf die übrigen Diagramme des CONSENS-Profiles übertragen. In diesem Kapitel werden die durch das CONSENS-Profil definierten Diagrammtypen und die in diesen Diagrammen verwendbaren Profil-Elemente beschrieben.

3.1 Environment Definition

Abbildung 18 zeigt einen Ausschnitt eines Environment Definition-Diagramms. In dem Environment Definition Diagramm werden die EnvironmentElementTemplates (Typen) definiert, welche im Environment Diagramm dann nutzbar sind, um die EnvironmentElements zu typisieren.

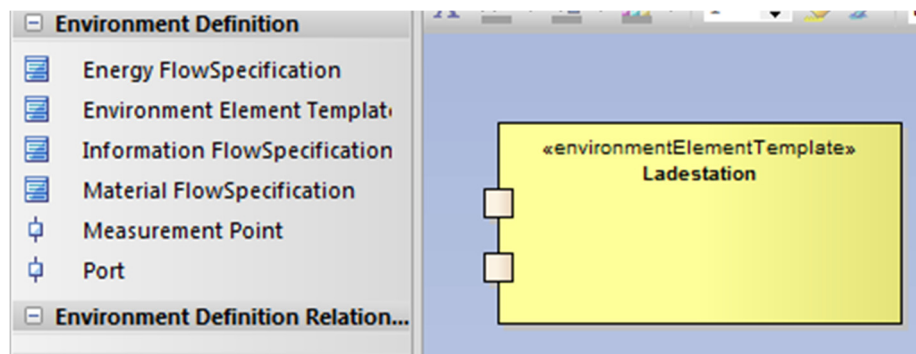


Abbildung 18: EnvironmentDefinition-Diagramm (mit Toolbox)

Wenn Ports an EnvironmentElements benötigt werden, ist die Definition von Templates im Umfeld notwendig (siehe auch Kapitel 2.2), ansonsten können auch direkt Exemplare ohne Typen modelliert werden. Ports können durch FlowSpecifications weiter typisiert werden. FlowSpecifications werden in einem eigenem Diagrammtyp definiert (siehe auch Abschnitt 3.8).

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- Environment Element Template,
- Energy-FlowSpecifications,
- Material-FlowSpecifications,
- Information-FlowSpecifications,
- Measurement Point und
- Port.

3.2 Environment

In Abbildung 19 ist ein Diagramm zur Spezifikation des Umfelds abgebildet. Dieses Diagramm entspricht dem Umfeld-Diagramm im Mechatronic Modeler.

Vom System Exemplar sollte es modellweit nur eine einzige Instanz geben, die im Umfeld-Diagramm angelegt wird (und die somit auch im entsprechenden Paket des Umfelds enthalten ist).

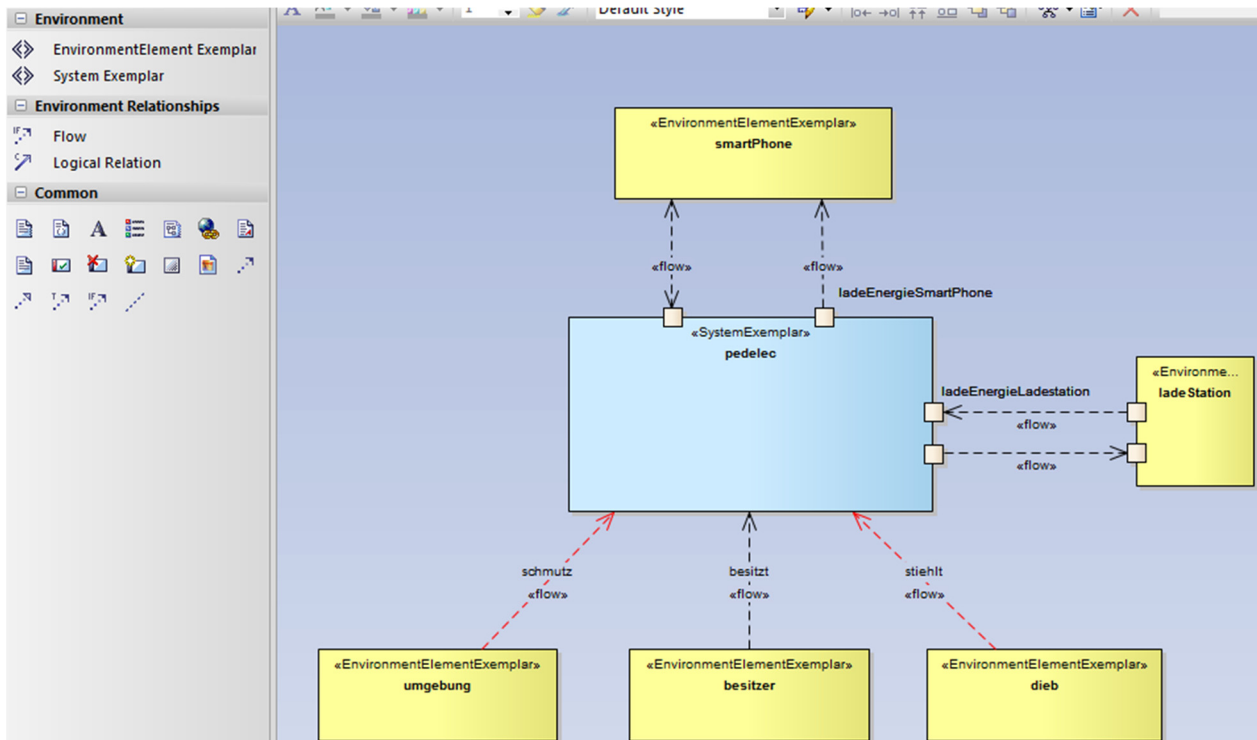


Abbildung 19: Environment-Diagramm

Ein Flow besitzt das Tagged Value „isDisturbing“ welches genutzt werden kann um Störflüsse zu modellieren (siehe Abschnitt 2.3). Diese werden wie in der Abbildung zu sehen, rot dargestellt. Die Umfeldelemente können mit den im Environment Definition Diagramm zuvor definierten Templates typisiert werden (siehe Abschnitt 2.3).

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- EnvironmentElement Exemplar
- System Exemplar
- Flow
- Logical Relation

Einschränkungen:

1. Von dem *SystemElement Exemplar* darf nur eine Instanz im Modell angelegt sein, die im Environment Diagramm angelegt werden sollte.

3.3 Active Structure Definition

Da in der SysML Typ und Instanz in verschiedenen Diagrammen modelliert werden, müssen die Templates (Typen) und Exemplare (Instanzen) der Wirkstruktur ebenfalls in zwei verschiedenen Diagrammen modelliert werden.

Das Active Structure Definition-Diagramm dient zur Definition der Templates (vgl. Abbildung 20). Hier können das eigentliche System (System Template), Systemelement Templates, FlowSpecifications (in der Ausprägung Energy, Information und Material) sowie Measurement Points und Ports genutzt werden. Als Beziehungen sind die Shared Association und Part Association möglich [UML10].

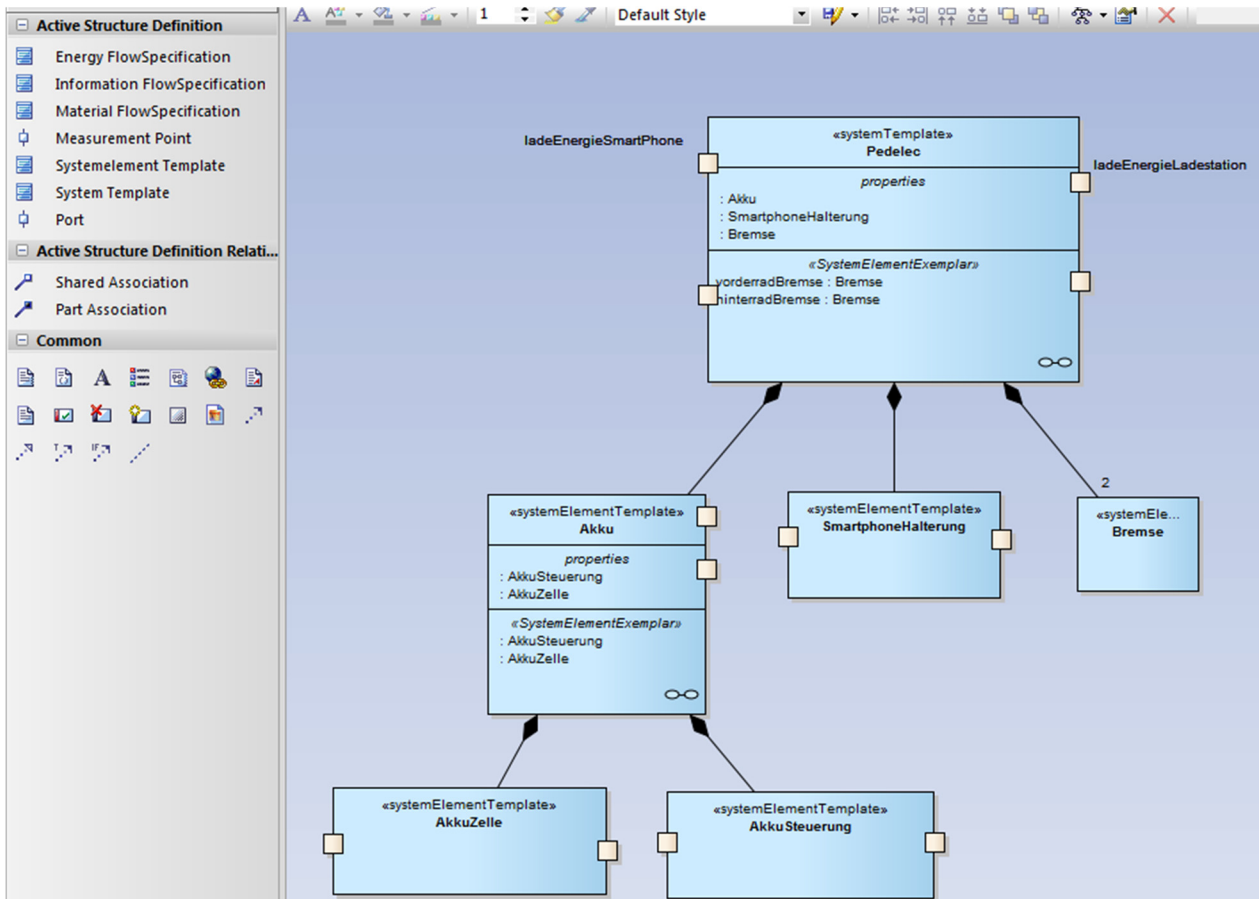



Abbildung 20: Active Structure Definition Diagramm mit Toolbox

Die Part Association kann genutzt werden, um Hierarchieebenen innerhalb eines Systems zu modellieren. Dabei symbolisiert eine schwarz ausgefüllte Raute am Quell-Ende eine Teil-Ganzes-Beziehung. Die Shared Association (nicht ausgefüllte Raute) kann genutzt werden, um logische Vater-Kind Beziehungen abzubilden (Referenz).

Das Diagramm Link-Symbol  zeigt an, dass ein Active Structure-Subdiagramm (IBD) existiert, welches mit einem Doppelklick auf das Symbol geöffnet werden kann. Hierdurch können Module weitergehend spezifiziert werden.

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- System Template
- Systemelement Template
- Energy FlowSpecification
- Information FlowSpecification
- Material FlowSpecification
- Port
- Measurement Point
- Shared Association
- Part Association

Einschränkungen:

1. Von einem *SystemTemplate* darf modellweit nur ein Typ erstellt werden. Dieser sollte als Typ des im Umfeld angelegten *SystemExemplars* genutzt werden.

3.4 Active Structure

Das Active Structure Diagramm dient zur Definition der Systemelement-Exemplare. Diese können mit den zuvor erstellten Templates aus dem Active Structure Definition Diagramm typisiert werden.

Klickt man beispielsweise auf das Diagramm-Link-Symbol des Pedelec System Templates doppelt (vgl. Abbildung 20) öffnet sich das Active Structure Diagramm in Abbildung 21. In diesem Diagramm können die Exemplare (Instanzen) der Wirkstruktur modelliert werden. Dazu dienen die Stereotypen Systemelement Exemplar. Als Beziehungen sind Flow und Logical Relation erlaubt.

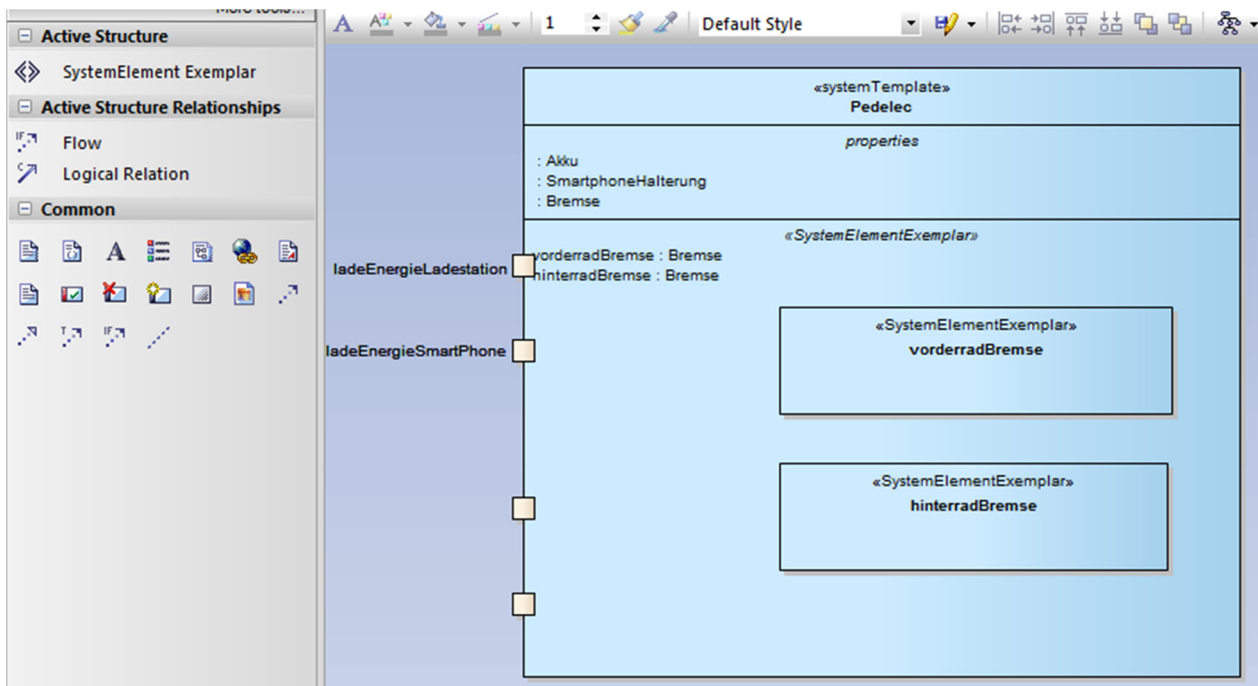


Abbildung 21: Active Structure mit Toolbox

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- SystemElement Exemplar
- Flow
- Logical Relation

3.5 Requirements

Im Requirements-Diagramm können die Anforderungen an das betrachtete System abgebildet werden. In diesem Diagramm stehen die CONSENS-Elemente „Requirement“ und die Containment Beziehung zur Verfügung. Anforderungen können mit einer „Containment“-Beziehung hierarchisiert werden. Abbildung 22 zeigt das Diagramm zur Modellierung von Anforderungen.

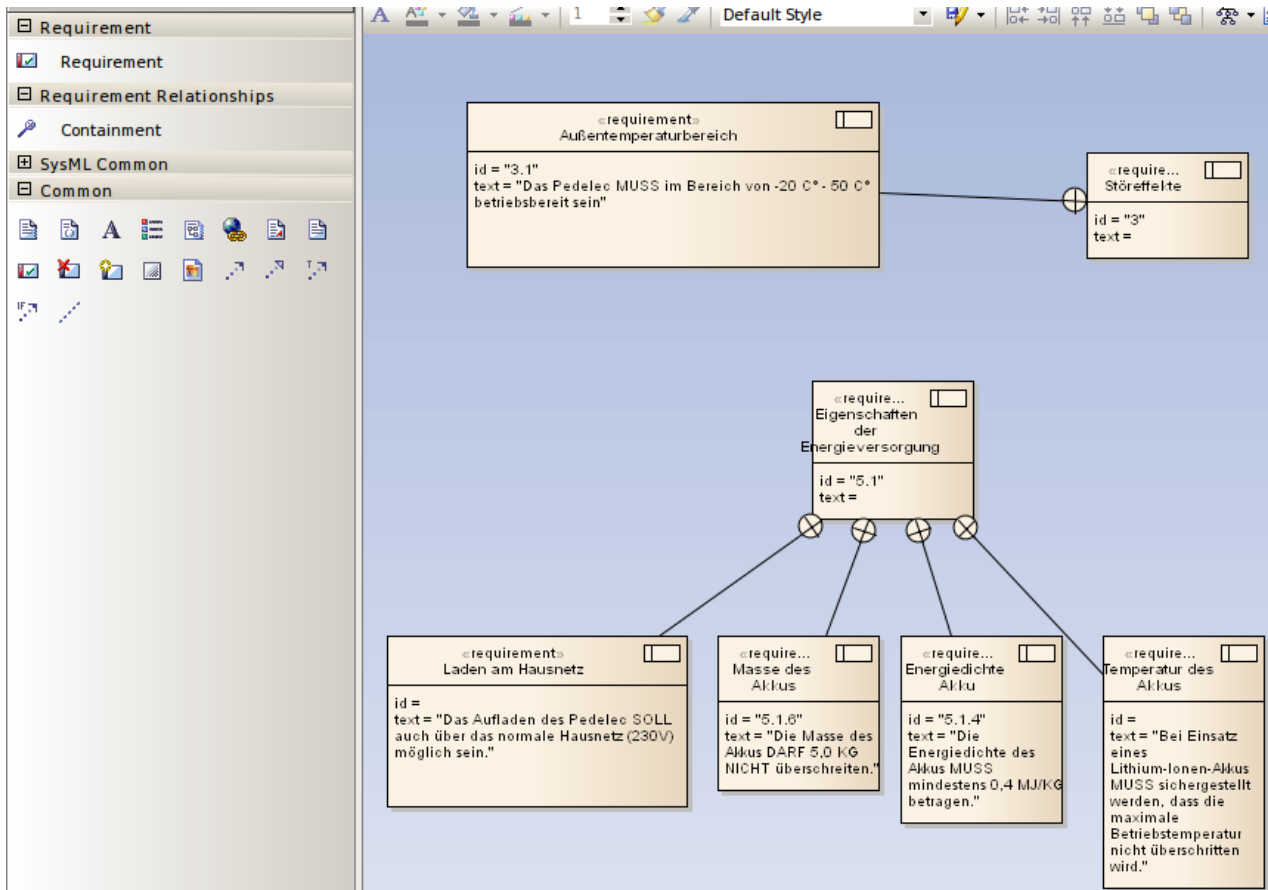


Abbildung 22: Requirements Diagramm mit Toolbox

Ein Requirement kann eine ID und eine textuelle Beschreibung erhalten. Dazu ist im Kontextmenu eines Requirements der Punkt „**Properties...**“ zu wählen (alternativ das Requirement selektieren und **ALT+Enter** drücken). In dem Tree-Viewer den Reiter „SysML1.3“ anklicken. Hier kann in dem Feld „id“ eine ID und in dem Feld „text“ eine Beschreibung vergeben werden.

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- Requirement
- Containment

3.6 Functions

In Abbildung 23 ist ein Function-Diagramm dargestellt. In diesem Diagramm können Funktionshierarchien modelliert werden. Zudem können die Beziehungen Induce, Satisfy und Refine zwischen Funktionen und den übrigen Elementen des Modells gezogen werden.

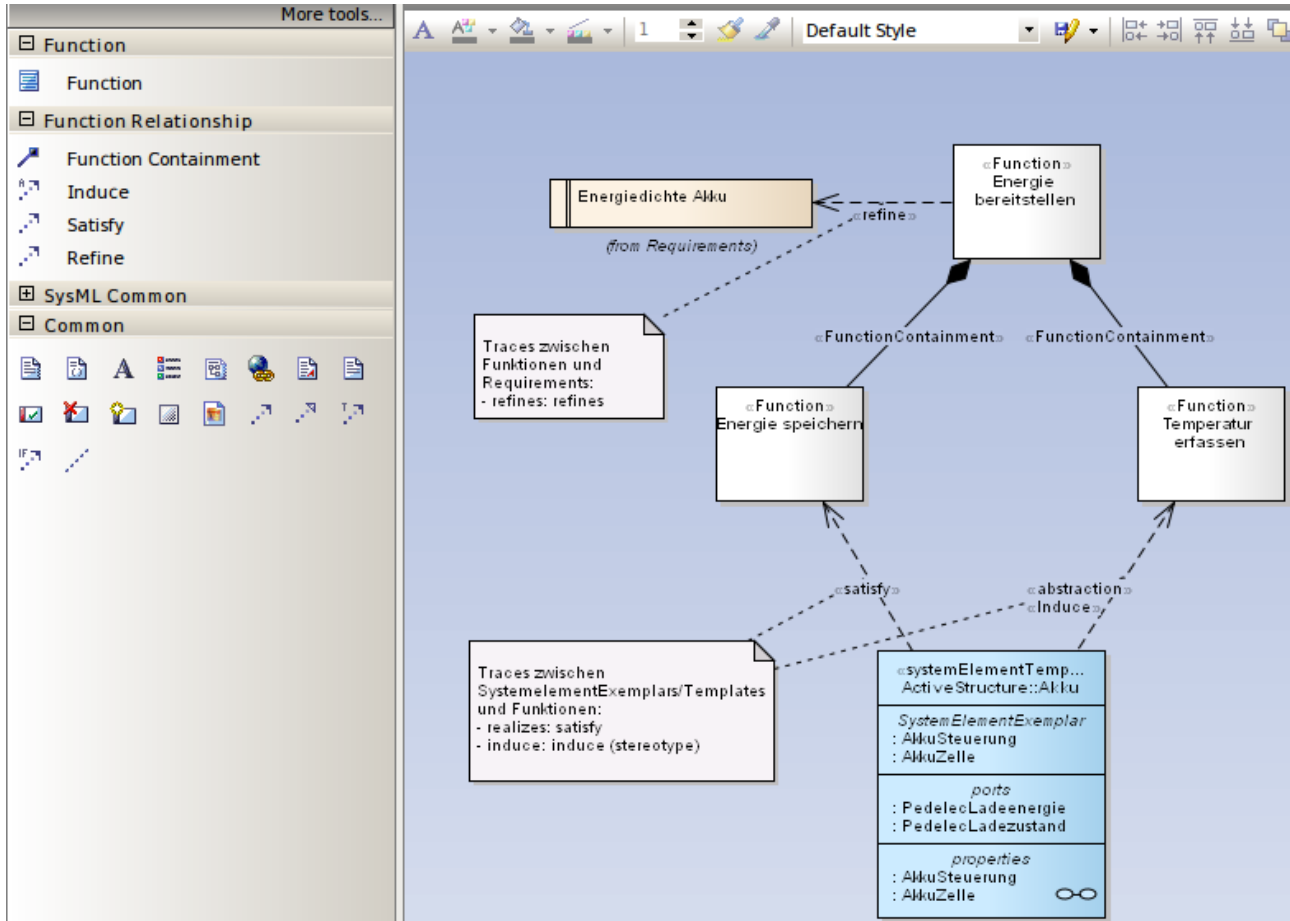


Abbildung 23: Requirements Diagramm mit Toolbox

Dazu zieht man das Element, auf das sich eine Funktion beziehen soll, per „Drag and Drop“ aus dem „Project Browser“ in das Diagramm. Es erscheint ein Dialog mit dem Titel „Paste Element“ in dem das Einfügen des Element als „**Link**“ selektiert werden muss. Anschließend erscheint das importierte Element im Diagramm und es können die benötigten Beziehungen zum Element gezogen werden. Im Beispiel sind solche Beziehungen zum Systemelement Template „Akku“ abgebildet.

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- Function
- Function Containment
- Induce
- Satisfy
- Refine

Einschränkungen:

1. Die Beziehungen *Satisfy* und *Induce* dürfen nur zwischen *Function* und *SystemElementTemplate* gezogen werden.
2. Die *Refine* Beziehung darf nur zwischen *Function* und *Requirement* gezogen werden.

3.7 Application Scenarios

Application Scenarios werden innerhalb des CONSENS-Profiles ähnlich wie UML Use Case-Diagramme modelliert (vgl. Abbildung 24). Um Application Scenarios mit anderen Elementen zu verknüpfen ist eine ähnliche Vorgehensweise wie bei Funktionen nötig (Siehe Abschnitt 3.6).

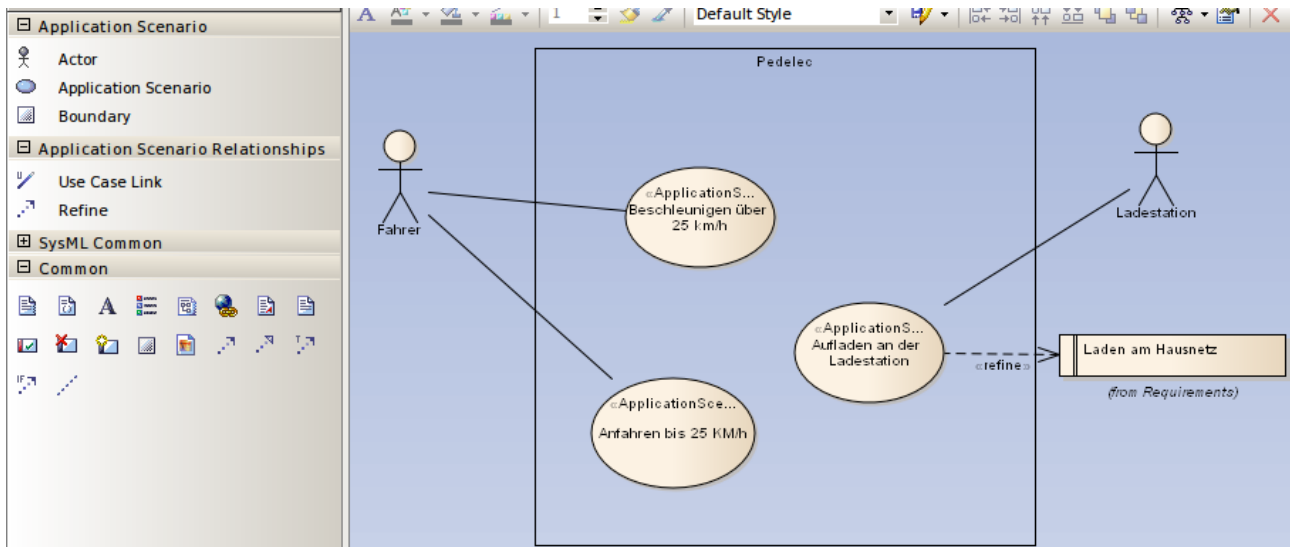


Abbildung 24: Application Scenario mit Toolbox

Um ein ApplicationScenario genauer zu beschreiben können zusätzliche Kommentare in dem Properties Dialog (Kontext Menu) des Scenarios angegeben werden (Abbildung 25).

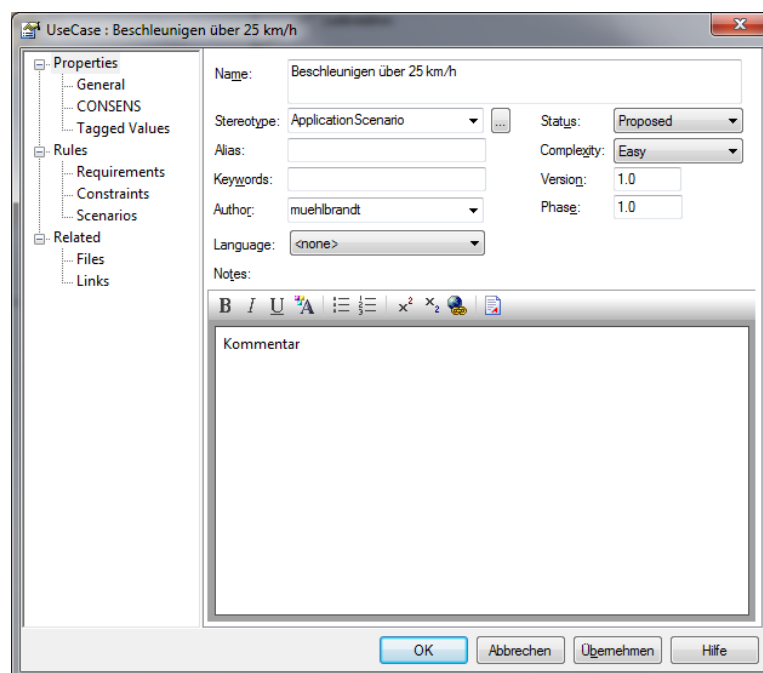


Abbildung 25: Kommentarfeld der Properties beim Application Scenario

Die verwendbaren CONSENS-Elemente in diesem Diagramm sind:

- Actor
- Application Scenario
- Boundary
- Use Case Link
- Refine

Einschränkungen:

1. Die Refine Beziehung darf nur zwischen einem *ApplicationScenario* und einem *Requirement* gezogen werden.

3.8 FlowSpecifications, ValueTypes und Units

Die Abbildungen 25, 26 und 27 zeigen die Definitionen von FlowSpecifications, Value Types, Data Types, Units und Quantity Kinds. Für diese Typen wird jeweils ein Block Definition-Diagramm (BDD) der SysML [SysML11] verwendet. Die ist notwendig, da es in CONSENS keine entsprechenden Diagrammtypen gibt (im Mechatronic Modeler werden diese Elemente über einen Forms-Editor angelegt und bearbeitet). Durch diese Diagramme ist eine tiefergehende Spezifikation von Flüssen oder auch von Eigenschaften z.B. der Systemelemente möglich.

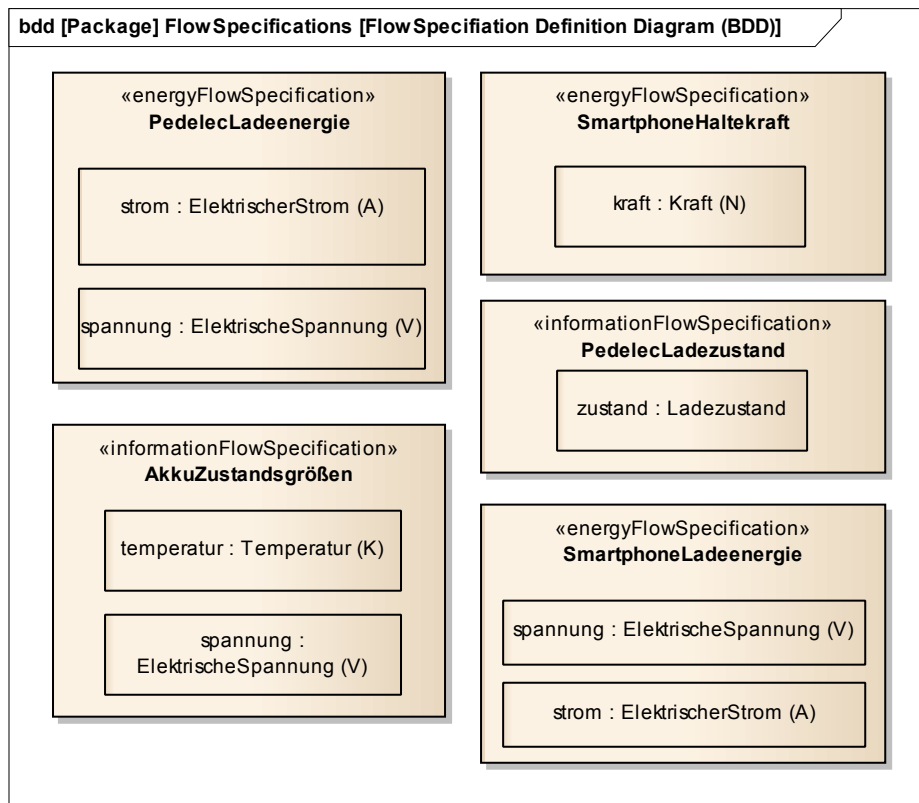


Abbildung 26: FlowSpecifications

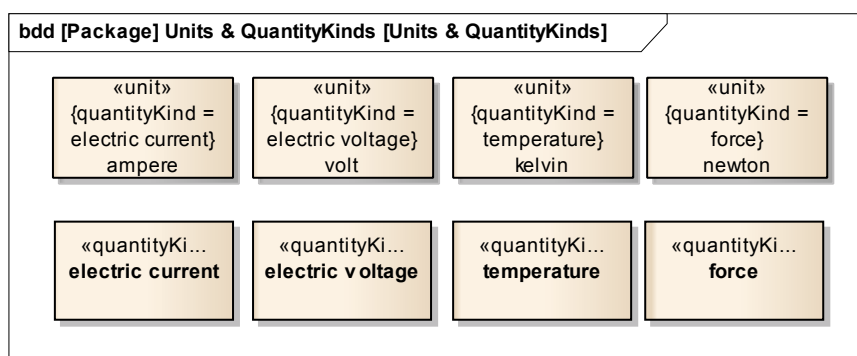


Abbildung 27: Units & Quantity Kind

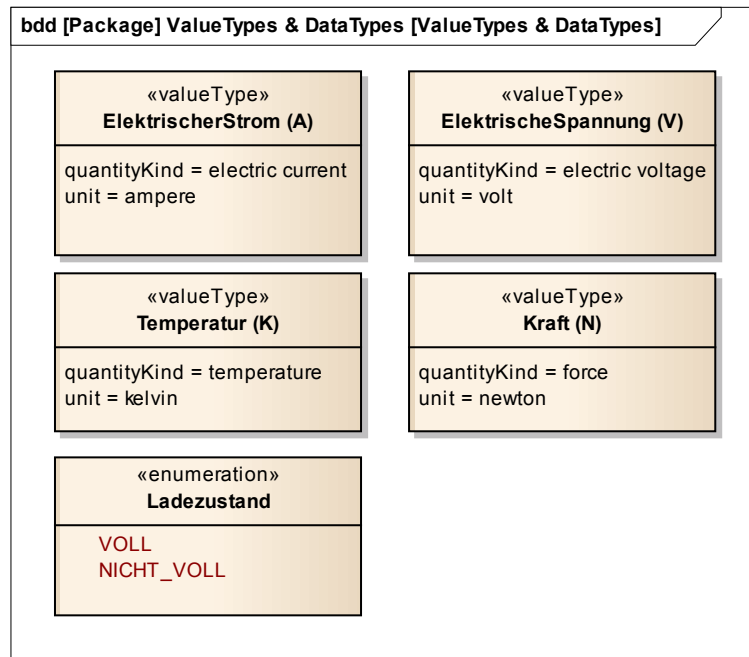


Abbildung 28: Value & Data Types

Ein Block Definition-Diagramm lässt sich auf ähnliche Weise anlegen, wie in der Einleitung, für die CONSENS-Profil Diagramme beschrieben, mit dem Unterschied, dass im „**New Diagram**“ Dialog „**SysML 1.3**“ als Profil und als Diagramm Typ „**Block Definition**“ ausgewählt wird (vgl. Abbildung 29).

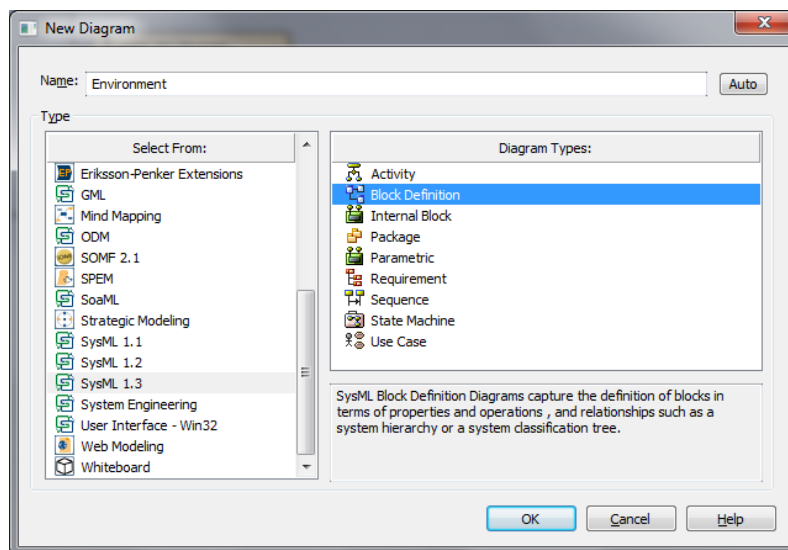


Abbildung 29: Erstellung eines SysML Block Definition Diagramms

4 Nutzung der originalen SysML Diagramme

Die CONSENS-Stereotypen können auch in den durch die SysML definierten Diagrammen direkt genutzt werden. Dazu kann einfach auf ein Element wie zum Beispiel einem SysML Block der Stereotyp `<<SystemElementTemplate>>` appliziert werden.

Die Nutzung der SysML-Diagramme hat einerseits den Vorteil, dass an den Ports bei gesetzten FlowSpecifications die Richtung der Flüsse mit einem Pfeil angezeigt wird (vgl. Abbildung 30). Andererseits werden bei der Nutzung der SysML-Diagramme die CONSENS-Toolboxen nicht automatisch angezeigt.

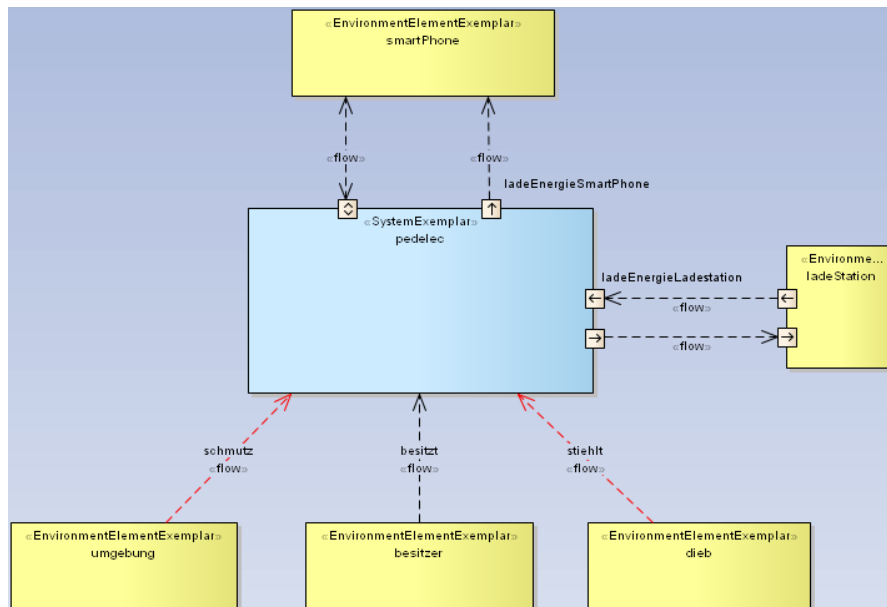


Abbildung 30: SysML IBD mit CONSENS-Stereotypen

Die Toolboxen können jedoch auch nachträglich eingeblendet werden. Dazu muss in der Toolbox auf „**More tools...**“ geklickt werden. Dabei öffnet sich ein Menü in dem über den Profileintrag „**CONSENS**“ die gewünschte Toolbox eingeblendet werden kann (vgl. Abbildung 31).

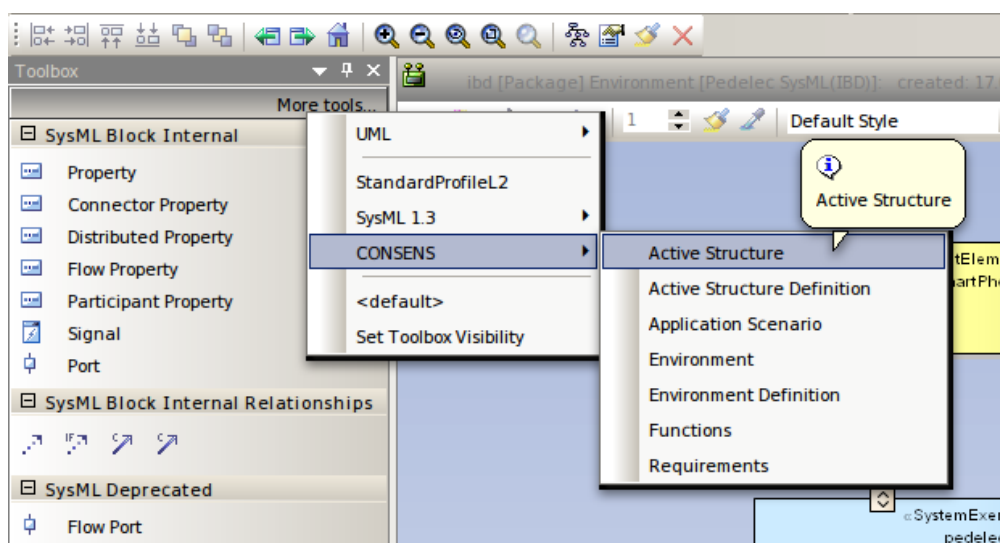


Abbildung 31: Einblenden der CONSENS Toolboxen bei SysML-Diagrammen

5 Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Import des CONSENS-Profiles.....	4
Abbildung 2:	Deaktivierung der "Core Extensions".....	5
Abbildung 3:	Erstellen eines neuen Projekts.....	6
Abbildung 4:	Auswahl der MDG Technology.....	6
Abbildung 5:	Der EA mit neu erstelltem Projekt.....	7
Abbildung 6:	Erstellen und Benennen eines Packages.....	8
Abbildung 7:	Vorgeschlagene Paket-Struktur für neue Modelle.....	8
Abbildung 8:	Paket-Struktur mit Diagrammen für das Pedelec-Beispiel.....	9
Abbildung 9:	New Diagram" Wizard.....	9
Abbildung 10:	Environment Definition Diagram mit zugehöriger Toolbox.....	10
Abbildung 11:	Properties eines Environment Element Templates.....	11
Abbildung 12:	ItemFlow tagged values.....	12
Abbildung 13:	Modell mit Störflüssen.....	12
Abbildung 14:	Setzen des Typen an einem Exemplar.....	14
Abbildung 15:	UmfeldelementTemplate mit Ports.....	14
Abbildung 16:	Typisiertes UmfeldElementExemplar mit Ports.....	14
Abbildung 17:	Auswahl der sichtbaren Ports.....	15
Abbildung 18:	EnvironmentDefinition-Diagramm (mit Toolbox).....	16
Abbildung 19:	Environment-Diagramm.....	17
Abbildung 20:	Active Structure Definition Diagramm mit Toolbox.....	18
Abbildung 21:	Active Structure mit Toolbox.....	20
Abbildung 22:	Requirements Diagramm mit Toolbox.....	21
Abbildung 23:	Requirements Diagramm mit Toolbox.....	22
Abbildung 24:	Application Scenario mit Toolbox.....	24
Abbildung 25:	Kommentarfeld der Properties beim Application Scenario.....	24
Abbildung 26:	FlowSpecifications.....	26
Abbildung 27:	Units & Quantity Kind.....	26
Abbildung 28:	Value & Data Types.....	27
Abbildung 29:	Erstellung eines SysML Block Definition Diagramms.....	27
Abbildung 30:	SysML IBD mit CONSENS-Stereotypen.....	28
Abbildung 31:	Einblenden der CONSENS Toolboxen bei SysML-Diagrammen.....	28

Literaturverzeichnis

[UML10]: OMG, Unified Modeling Language, Superstructure, 2010

[SysML11]: OMG, Systems Modeling Language (OMG SysML™), Version 1.3, June 2011

[CON13]: Itemis, Entwicklerdokumentation für das CONSENS SysML 1.3 Profil, 2013