

## AAS Teilmodell "SimulationModel"

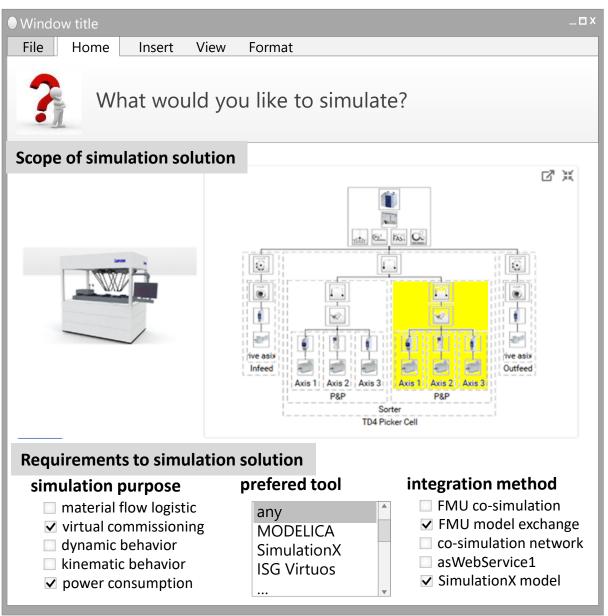


#### AAS submodel "SimulationModels"

# Interoperabilität für Simulationsmodelle

- Simulation für komplexe Systeme sind heute kaum beherrschbar
- 2. Die AAS von Systemen ermöglicht die Zuordnung von Simulationsteilmodellen auf Komponentenebene
- 3. Das AAS-Teilmodell für Simulationsmodelle unterstützt die zielgerichtete Auswahl und Anfrage der benötigten Modelle
- 4. Die Realisierung einer Simulationslösung (für das Engineering) wird damit radikal vereinfacht / automatisierbar







# AAS submodel "SimulationModel" Die Arbeitsgruppe

- Aktive Arbeitsgruppe seit August 2019
- Gehostet von der Plattform Industrie 4.0
- Verknüpfung mit ZVEI Standards und Modelle
- Erste Veröffentlichung "Zielstellung" Ende 2020 (ATP und PI4.0 Homepage)
- 20 Teilnehmende von Herstellern, Toolanbietern, Hochschulen und Forschungsinstituten



## AAS Teilmodell für Simulation

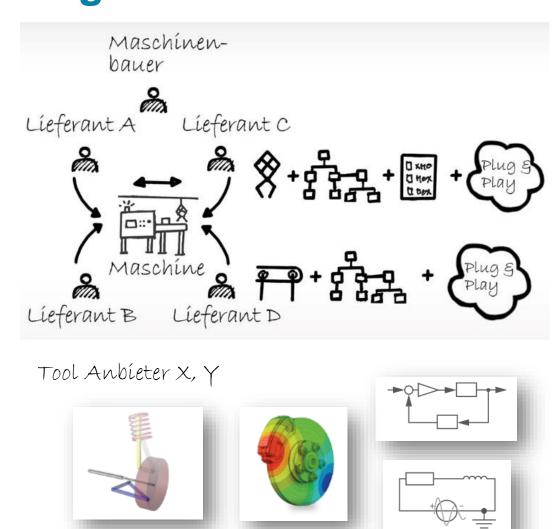




## Motivation – Wertschöpfungsnetzwerk Simulation

#### Zusammenarbeit im Wertschöpfungsnetzwerk

- Komponenten werden bereit gestellt
  - · ... werden individuell bewertet
  - · ... werden in Lösungen integriert
  - · ... werden verifiziert
- Lösungen werden bereit gestellt
  - · ... werden individuell bewertet
  - ... werden in Lösungen integriert
  - · ... werden verifiziert
- Es gibt verschiedene Modelarten zur Verifikation und Bewertung
  - ... diverse Simulationsumgebungen
  - · ... verschiedene Anbieter





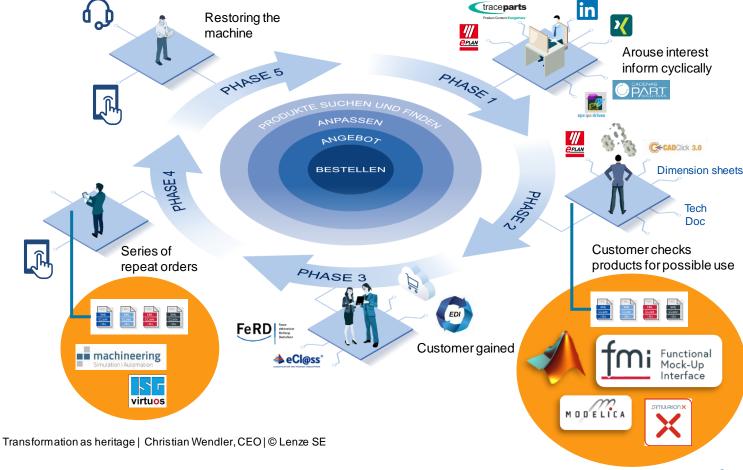
## Motivation – aus "Supplier"-Sicht

Simualtionsmodelle:

Für die verschiedenen Phasen im Engineering werden Informationen und digitale Hilfsmittel (Modelle) zur Verfügung gestellt.

- Die Nutzung der Informationen und Hilfsmittel ist sehr individuell.
- Das "Beschaffen" der Hilfsmittel sollte einfach sein.
- Das Integrieren der Hilfsmittel in die Kundenumgebung sollt möglichst automatisiert erfolgen können.
- Werkzeug-spezifische aber auch Standardformate von Simulationsmodellen (z.B. FMI) sollen unterstützt werden.

Mi Functional Mock-Up



# ...INDUSTRIE 4.0

#### Industrie 4.0

## Anwendungsklassen der Simulation\*

Es haben sich verschiedene Anwendungsklassen für Simulation etabliert:

**Anwendungsklasse 4** 







**Anwendungsklasse 3** 







**Anwendungsklasse 2** 





**Anwendungsklasse 1** 



\*: Pragmatische Definition noch in Diskussion

(e.g. fluid, FEM, CAD, control,..)

Domain specific detailed model



**Dynamic models with** 

limitations

Static / Cinematic models



**Optimization (internal)** 

usage for detailed optimization or increased robustness of control, mechanics, hydraulics and code generation /validation

#### **Engineering / Commissioning or Condition Monitoring**

usage for system engineering or machine / program simulation

**Basic Design / Conception** 

usage for system engineering & design

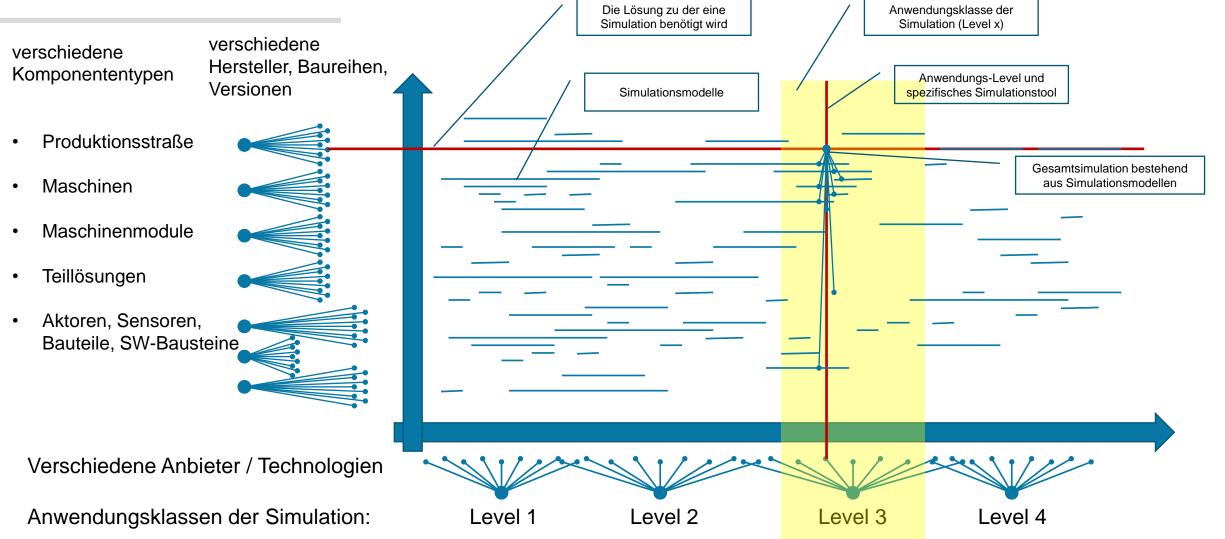


usage for selection and configuration





## Motivation – Interoperabilität hoch 2?





## AAS Teilmodell für Simulation





#### Digitale Zwillinge

**Definition (eine von vielen)** 

Wikipedia, Stand 21.07.2021

Ein digitaler Zwilling (engl. digital twin) ist eine digitale Repräsentanz eines materiellen oder immateriellen Objekts oder Prozesses aus der realen Welt in der digitalen Welt. Es ist unerheblich, ob das Gegenstück in der realen Welt bereits existiert oder zukünftig erst existieren wird.

Digitale Zwillinge ermöglichen einen übergreifenden Datenaustausch. Sie sind mehr als reine Daten und bestehen aus Modellen des repräsentierten Objekts oder Prozesses und können daneben Simulationen, Algorithmen und Services enthalten, die Eigenschaften oder das Verhalten des repräsentierten Objekts oder Prozesses beschreiben, beeinflussen, oder Dienste darüber anbieten.

Die Verwaltungsschale (Asset Administration Shell AAS) entspricht einer technischen Realisierung des digitalen Zwillings.



Darin sind sämtliche Informationen und Funktionalitäten in **Teilmodellen** beschrieben.



## Lösungsansatz – Wertschöpfungsnetzwerk mit AAS

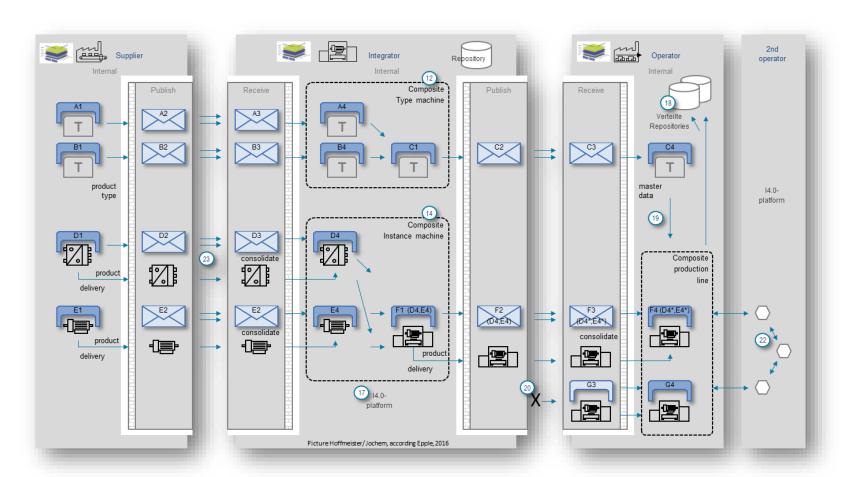
Bereitstellung von strukturierten, standardisierten Informationsmodellen:

#### Siehe:

Details of the Administration Shell – Part 1 The exchange of information between partners in the value chain of Industrie 4.0 (Version 2.0.1) (dt.: Austausch von Informationen zwischen Wertschöpfungspartnern):

https://www.plattform-

<u>i40.de/PI40/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Details-of-the-Asset-Administration-Shell-Part1.html</u>



# INDUSTRIE 4.0

#### Industrie 4.0

## Lösungsansatz – Informationsmodelle für Simulation

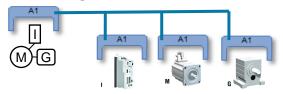
Komponenten- und Lösungsanbieter stellen zu ihren Komponenten und Lösungen standardisierte Informationsmodelle bereit

➤ Industrie 4.0 – Asset Administration Shell (AAS)

Ein AAS-Teilmodel stellt ein Simulationsmodell bereit und Informationen zur Auswahl und Integration.

Definition: Digitaler Zwilling Anlehnung an PI 4.0

**Digitaler Zwilling** der Lösungen und Komponenten



#### ... inklusive Teilmodell "Simulation Model"

- Verweis auf Simulationsdatei
- Informationen zu Eigenschaften
- Informationen zur Integration



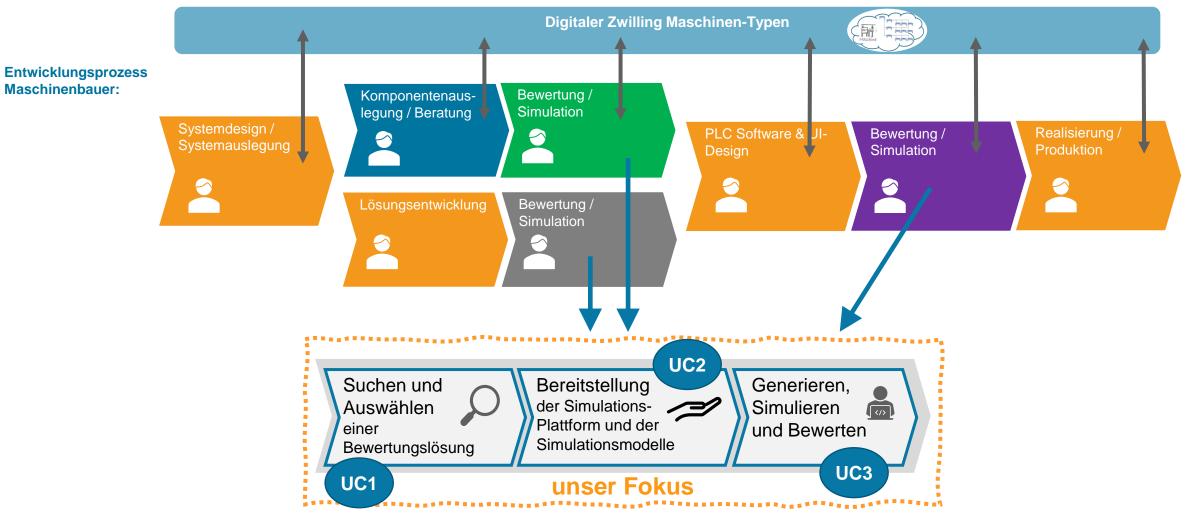
**Digitaler Zwilling** der Maschinen-Entwicklung

... inklusive diverser Teilmodell

- Anforderungen an Maschine
- Identifikatoren
- Eigenschaften
- Verbindungen
- Dokumentation



#### Lösungsansatz – Engineeringprozess





## AAS Teilmodell für Simulation

# Lösungsansatz Vision

## Industrie 4.0 UC1 "Suchen und Auswählen"

 Anforderungen an die durchzuführende Bewertung (Simulation) formulieren



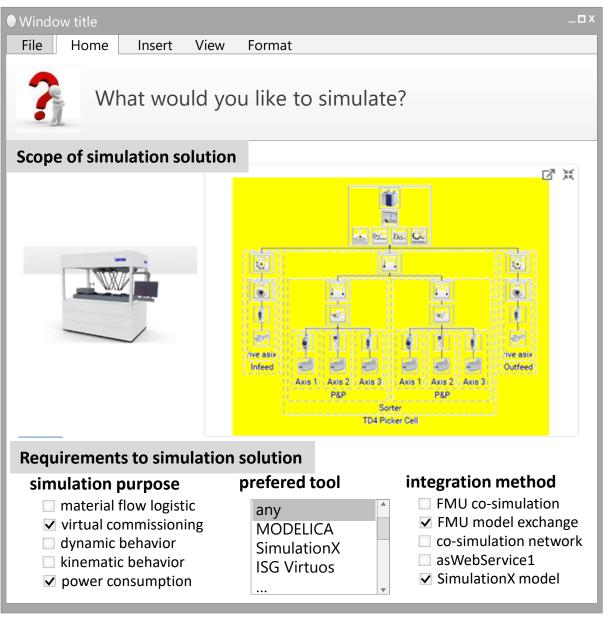
2. Anzeige und Auswahl möglicher Simulationslösungen



Anfrage benötigter
 Simulationsmodelle zu konkreten
 Komponenten bei Hersteller

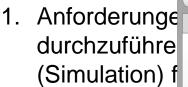




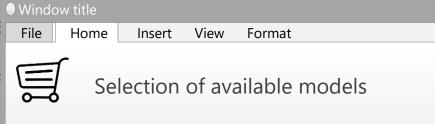


## Industrie 4.0 UC1 "Suchen und Auswählen"

...INDUSTRIE4.0



- 2. Anzeige und **Simulations**
- 3. Anfrage benö Simulationsm Komponenter



- O Control behaviour Lenze geared motor
- O Drive requirements Lenze geared motor
- Virtual commissioning Lenze i950 geared motor

#### Model info

- FMU model, Model Exchange, max. step size = 10 ms, license free
- suitable for "virtual commissioning" and "energy consumption"
- · not suitable for "dynamic behavior"
- Standard Solver: BDF method
- Parameterization: With Engineering SW of the manufacturer
- Documentation example simulation: Simulation\_Example\_Lenze\_i950.pdf

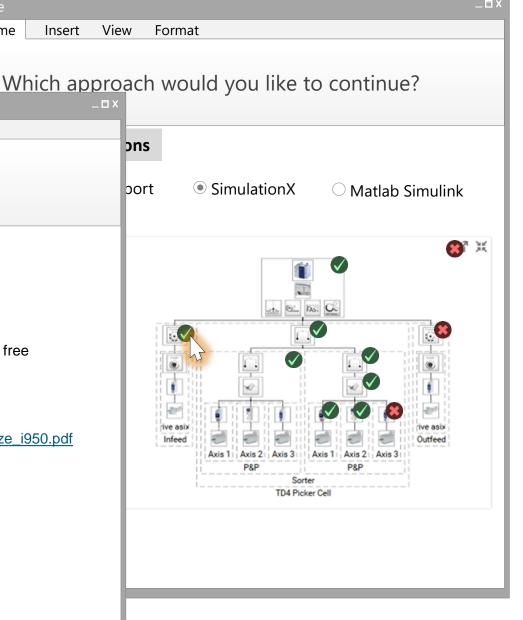
Window title

Home

Insert

File

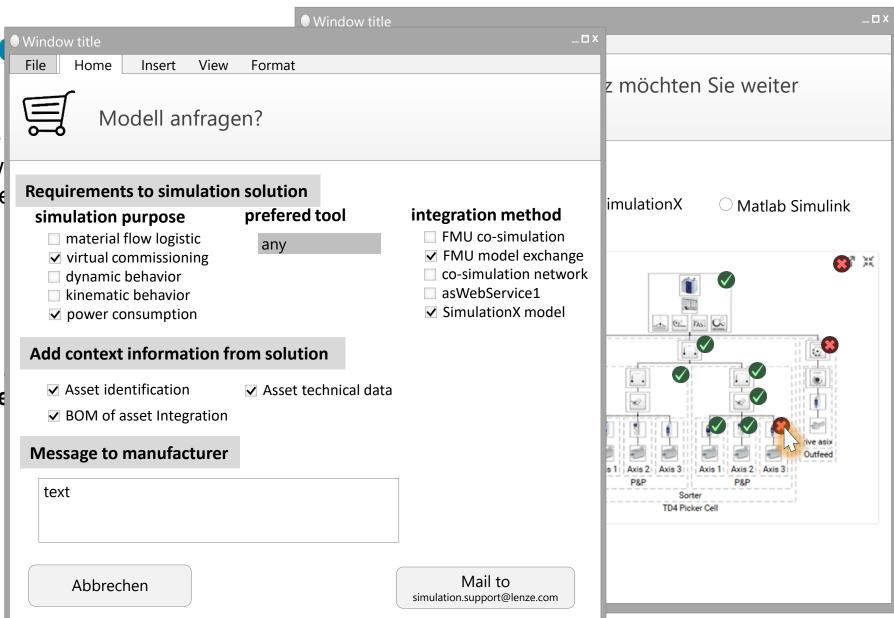
Simulation-Model: Lenze i950.fmu



## UC1 "Suchen un

- Anforderungen an die durchzuführende Bew (Simulation) formuliere
- 2. Anzeige und Auswahl Simulationslösungen
- 3. Anfrage benötigter Simulationsmodelle Komponenten bei He





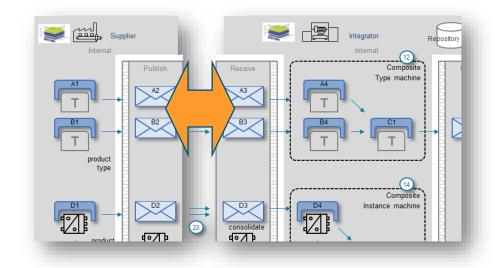


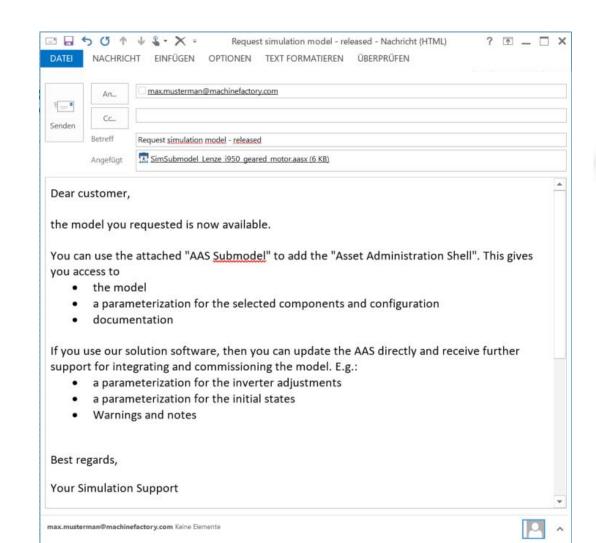
## Lösungsansatz – UC2 "Bereitstellung"



Der zweite Use-Case vereinfacht die Erstellung und Bereitstellung fehlender Simulationsmodelle.

Das AAS Teilmodell beinhaltet weitere Informationen für die Integration in das Gesamtmodell.

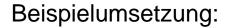




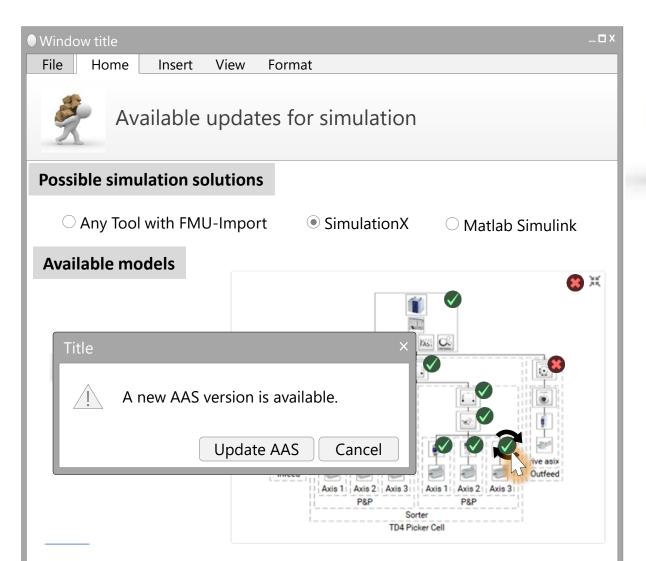




## Lösungsansatz – UC2 "Bereitstellung"



In einer Engineeringumgebung kann auf das Modell aufgrund der neu veröffentlichten AAS aufmerksam machen und ein Update anbieten.









Matlab Simulink

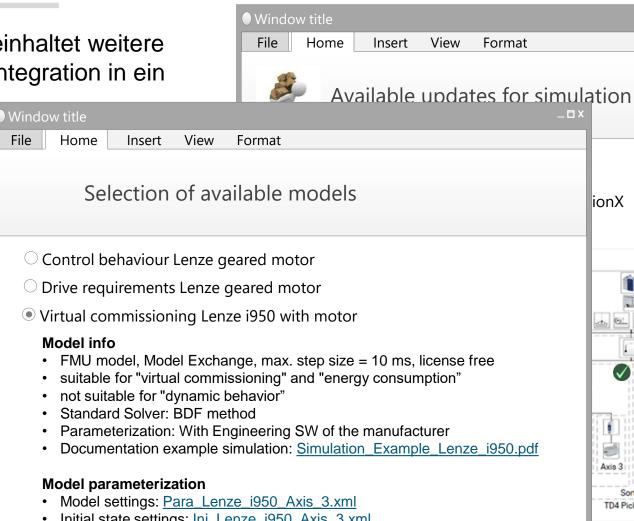
**\*** \*

#### Industrie 4.0

## Lösungsansatz – UC2 "Bereitstellung"

Das AAS Teilmodell beinhaltet weitere Informationen für die Integration in ein

Gesamtmodell.









TD4 Picker Cel

ionX

• Initial state settings: Ini Lenze i950 Axis 3.xml



## Lösungsansatz – UC3 "Generieren und Simulieren"

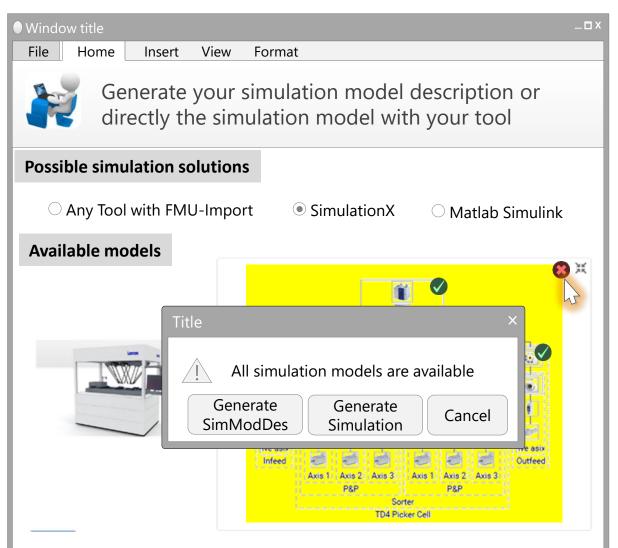


#### **Ausgangsituation:**

Es liegen ausreichend Modelle vor. Es liegen Informationen aus dem Engineering vor, z.B. die Verbindungen zwischen den Komponenten oder Modulen.

#### Weiteres Vorgehen:

- Generierung einer "Simulation Model Description"
  - a. Modell-Dateien (z.B. FMU)
  - b. Modell Parametrierungen
  - c. Verbindungen der Modelle (Signale und physikalisch)
- 2. Generierung des Modells in der Simulationsumgebung
- 3. Simulation aufrufen







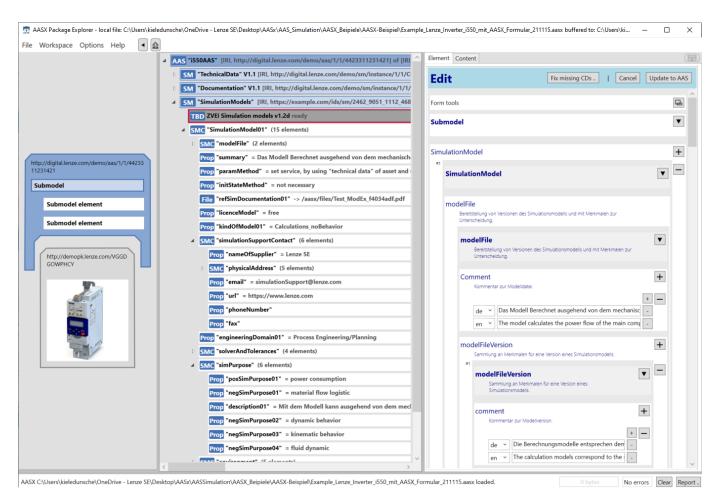
## AAS Teilmodell für Simulation





# Industrie 4.0 Status Merkmal-Definition, 9.12.2021

- 58 Merkmale für das Suchen und Finden (UC1) in Bearbeitung
  - Definition zu 90% abgeschlossen
- Umsetzung eines Formulars im AASX-Explorer
  - siehe Bild rechts
- Erstellung von Teilmodell Praxis-Beispielen durch Arbeitsgruppen-Teilnehmer



# INDUSTRIE 4.0

ModelFileVersion: SMC

# Industrie 4.0 Merkmal-Definition, allgemeine

SimulationModel: Submodel modelFile: SMC [1] SimModManufacturerInformation: SMC [0..1] Summary: langString [0..1] paramMethod: langString [1] paramFile: langString [0..1] initStateMethod: langString [1] initStateFile: langString [0..1] refSimDocumentation: langString [0..\*] licenseModel: langString [0..1] defaultSimTime: float [0..1] solverAndTolerances: SMC [1] modelFileType: langString [0..1] engineeringDomainList: langString [0..\*] engineeringDomainDesc: MultiLanguageProp [0..\*] simPurpose: SMC [1] scopeOfModelList: langString [0..\*] scopeOfModelDesc: MultiLanguageProp [0..1] typeOfModelList: langString [0..\*] typeOfModelDesc: MultiLanguageProp [0..1] environment: SMC [0..1]

ports: SMC [0..1]

ModelFile: SMC
(Anlehnung an SM documentation)

ModelFileComment: MultiLanguageProp [0..1]
ModelFileVersion: SMC [1..\*]

External Submodel

Company: langString [1]
Language: String [1..\*]

Email: SMC [0..1]

Phone: SMC [0..1]

# INDUSTRIE 4.0

#### Industrie 4.0

Merkmal-Definition, Simulations-spezifisch

SimulationModel: Submodel modelFile: SMC [1] SimModManufacturerInformation: SMC [0..1] Summary: langString [0..1] paramMethod: langString [1] paramFile: langString [0..1] initStateMethod: langString [1] initStateFile: langString [0..1] refSimDocumentation: langString [0..\*] licenseModel: langString [0..1] defaultSimTime: float [0..1] solverAndTolerances: SMC [1] modelFileType: langString [0..1] engineeringDomainList: langString [0..\*] engineeringDomainDesc: MultiLanguageProp [0..\*] simPurpose: SMC [1] scopeOfModelList: langString [0..\*] scopeOfModelDesc: MultiLanguageProp [0..1] typeOfModelList: langString [0..\*] typeOfModelDesc: MultiLanguageProp [0..1] environment: SMC [0..1] ports: SMC [0..1]

solverAndTolerances:SMC StepSizeControlNeeded FixedStepSize Tolerance SolverIncluded StiffSolverNeeded TestedToolSolverAlgorithm: SMC [0..\* environment: SMC operatingSystem: langString [1..\*] toolEnvironment: langString [0..\*] Dependency: MultiLanguageProp [0..1] visualizationInformation: MultiLanguageProp [0..\*] ports:SMC portsConnector: SMC [0..\*]

binaryConnector: SMC [0..\*]

TestedToolSolverAlgorithm:SMC SimTool SolverAlgorithm ToolSolverFurtherDescription simPurpose: SMC posSimPurpose: String [0..\*] negSimPurpose: String [0..\*] simPurDescription: MultiLanguageProp [0..\*] portsConnector:SMC name: langString [1] portConDescription: MultiLanguageProp [0..1] Variable: SMC [0..\*] -> Signalbeschreibungen binaryConnector:SMC

binaryConDescription: MultiLanguageProp [0..1]

Name: langString [1]

#### PLATTFORM **INDUSTRIE 4.0**

## Industrie 4.0

#### Merkmal-Definition, Beispiele Wertelisten

SimulationModel: Submodel

modelFile: SMC [1]

SimModManufacturerInformation: SMC [0..1]

Summary: langString [0..1]

paramMethod: langString [1..2]

paramFile: langString [0..1] initStateMethod: langString [1]

initStateFile: langString [0..1]

refSimDocumentation: langString [0..\*]

licenseModel: langString [0..1]

defaultSimTime: float [0..1]

solverAndTolerances: SMC [1]

modelFileType: langString [0..1]

engineeringDomainList: langString [0..\*

engineeringDomainDesc: MultiLanguageProp [0..\*]

simPurpose: SMC [1]

scopeOfModelList: langString [0..\*] \_

scopeOfModelDesc: MultiLanguageProp [0..1]

typeOfModelList: langString [0..\*] \_\_\_

typeOfModelDesc: MultiLanguageProp [0

environment: SMC [0..1]

ports: SMC [0..1]

paramMethod: ValueList

technical data of asset

user interface

Reference to para-file

not necessary

documentation

simPurpose: SMC

posSimPurpose: String [0..\*] \_

negSimPurpose: String [0..\*]

simPurDescription: MultiLanguageProp [0...

scopeOfModelList: ValueList

Logic and timing behaviour

Geometry Kinematics

**Dynamics** 

Distribution networks Network communication

Visualization

typeOfModelList: ValueList

Linear model Nonlinear model

Data-based model Neural network

Lumped element model Fixed causality model

Acausal model

engineeringDomainList: ValueList

Hydraulic Engineering

**Electrical Engineering** Pneumatic Engineering

Mechanical Engineering

Material Flow

Robotics

Image Processing

Data Engineering

**Process Engineering** 

Workflow Engineering

**HMI** Engineering

Control Engineering

xxxSimPurpose: ValueList

Concept evaluation

Sizing

**Energy consumption** 

Control design

Behaviour in fault condition

Validation and testing

Virtual commissioning

Condition monitoring

Predictive maintenance

**Operator Training** 

Teaching