



SIEMENS

Leitfaden – Virtuelle Inbetriebnahme mit SIMIT, NX MCD und S7-PLCSIM Advanced

SIMIT / NX MCD / S7-PLCSIM Advanced

<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109963864>

Siemens
Industry
Online
Support



Rechtliche Hinweise

Nutzung der Anwendungsbeispiele

In den Anwendungsbeispielen wird die Lösung von Automatisierungsaufgaben im Zusammenspiel mehrerer Komponenten in Form von Text, Grafiken und/oder Software-Bausteinen beispielhaft dargestellt. Die Anwendungsbeispiele sind ein kostenloser Service der Siemens AG und/oder einer Tochtergesellschaft der Siemens AG („Siemens“). Sie sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Funktionsfähigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung. Die Anwendungsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern bieten lediglich Hilfestellung bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind selbst für den sachgemäßen und sicheren Betrieb der Produkte innerhalb der geltenden Vorschriften verantwortlich und müssen dazu die Funktion des jeweiligen Anwendungsbeispiels überprüfen und auf Ihre Anlage individuell anpassen.

Sie erhalten von Siemens das nicht ausschließliche, nicht unterlizenzierbare und nicht übertragbare Recht, die Anwendungsbeispiele durch fachlich geschultes Personal zu nutzen. Jede Änderung an den Anwendungsbeispielen erfolgt auf Ihre Verantwortung. Die Weitergabe an Dritte oder Vervielfältigung der Anwendungsbeispiele oder von Auszügen daraus ist nur in Kombination mit Ihren eigenen Produkten gestattet. Die Anwendungsbeispiele unterliegen nicht zwingend den üblichen Tests und Qualitätsprüfungen eines kostenpflichtigen Produkts, können Funktions- und Leistungsmängel enthalten und mit Fehlern behaftet sein. Sie sind verpflichtet, die Nutzung so zu gestalten, dass eventuelle Fehlfunktionen nicht zu Sachschäden oder der Verletzung von Personen führen.

Haftungsausschluss

Siemens schließt seine Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, insbesondere für die Verwendbarkeit, Verfügbarkeit, Vollständigkeit und Mangelfreiheit der Anwendungsbeispiele, sowie dazugehöriger Hinweise, Projektierungs- und Leistungsdaten und dadurch verursachte Schäden aus. Dies gilt nicht, soweit Siemens zwingend haftet, z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz, in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der schuldhaften Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, bei Nichteinhaltung einer übernommenen Garantie, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegen oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist mit den vorstehenden Regelungen nicht verbunden. Von in diesem Zusammenhang bestehenden oder entstehenden Ansprüchen Dritter stellen Sie Siemens frei, soweit Siemens nicht gesetzlich zwingend haftet.

Durch Nutzung der Anwendungsbeispiele erkennen Sie an, dass Siemens über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden kann.

Weitere Hinweise

Siemens behält sich das Recht vor, Änderungen an den Anwendungsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in den Anwendungsbeispielen und anderen Siemens Publikationen, wie z. B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang. Ergänzend gelten die Siemens Nutzungsbedingungen (<https://support.industry.siemens.com>).

Securityhinweise

Siemens bietet Produkte und Lösungen mit Industrial Security-Funktionen an, die den sicheren Betrieb von Anlagen, Systemen, Maschinen und Netzwerken unterstützen.

Um Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke gegen Cyber-Bedrohungen zu sichern, ist es erforderlich, ein ganzheitliches Industrial Security-Konzept zu implementieren (und kontinuierlich aufrechtzuerhalten), das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Die Produkte und Lösungen von Siemens formen einen Bestandteil eines solchen Konzepts.

Die Kunden sind dafür verantwortlich, unbefugten Zugriff auf ihre Anlagen, Systeme, Maschinen und Netzwerke zu verhindern. Diese Systeme, Maschinen und Komponenten sollten nur mit dem Unternehmensnetzwerk oder dem Internet verbunden werden, wenn und soweit dies notwendig ist und nur wenn entsprechende Schutzmaßnahmen (z.B. Firewalls und/oder Netzwerksegmentierung) ergriffen wurden.

Weiterführende Informationen zu möglichen Schutzmaßnahmen im Bereich Industrial Security finden Sie unter <https://www.siemens.com/industrialsecurity>.

Die Produkte und Lösungen von Siemens werden ständig weiterentwickelt, um sie noch sicherer zu machen. Siemens empfiehlt ausdrücklich, Produkt-Updates anzuwenden, sobald sie zur Verfügung stehen und immer nur die aktuellen Produktversionen zu verwenden. Die Verwendung veralteter oder nicht mehr unterstützter Versionen kann das Risiko von Cyber-Bedrohungen erhöhen.

Um stets über Produkt-Updates informiert zu sein, abonnieren Sie den Siemens Industrial Security RSS Feed unter <https://www.siemens.com/cert>.

Inhaltsverzeichnis

Rechtliche Hinweise	2
1 Virtuelle Inbetriebnahme & Digitales Engineering	4
1.1 Begriffsdefinition	4
1.2 Potential und Ziele	6
1.3 Realer Aufbau vs. digitaler Zwilling	7
1.4 Kriterien zur Durchführung einer virtuellen Inbetriebnahme	7
1.5 Rahmenbedingungen	8
1.5.1 Hardware-Voraussetzungen	8
1.5.2 Software-Voraussetzungen	8
1.5.3 Lizenzen	9
1.5.4 Voraussetzungen zur Softwareerstellung am digitalen Zwilling	10
1.5.5 Support	10
1.5.6 Schulungen	10
2 Software	11
2.1 S7-PLCSIM Advanced	11
2.2 SIMIT	12
2.2.1 Zusätzliche Engineering Werkzeuge	13
2.2.2 Verhaltensmodelle	15
2.2.3 Synchronisation	17
2.3 NX Mechatronics Concept Designer	19
2.4 Co-Simulations-Tools	20
2.4.1 Externe Kopplungen	20
2.5 Beispielprojekte	20
3 Anhang	21
3.1 Service und Support	21
3.2 Industry Mall	22
3.3 Applikationssupport	22
3.4 Links und Literatur	22
3.5 Änderungsdokumentation	24

1 Virtuelle Inbetriebnahme & Digitales Engineering

1.1 Begriffsdefinition

Digitales Engineering beschreibt einen Ansatz, bei dem modernste Technologien und digitale Werkzeuge eingesetzt werden, um die Entwicklung, das Design und die Produktion von Produkten und Systemen zu optimieren. Es kombiniert verschiedene Disziplinen aus dem Ingenieurwesen, der Informatik, der Mathematik und der Datenanalyse, um komplexe Probleme zu lösen und innovative Lösungen zu entwickeln. Durch den Einsatz dieser digitalen Werkzeuge können virtuelle Prototypen erstellt, Produktleistung und -verhalten simuliert, Designänderungen schnell durchgeführt und Produktionsprozesse optimiert werden. Digitales Engineering ermöglicht es den Ingenieuren und Technikern, ihre Arbeit effizienter und präziser durchzuführen, da sie virtuell experimentieren und verschiedene Szenarien testen können, bevor sie physische Prototypen herstellen. Dadurch können Kosten gesenkt, Produktionszeiten verkürzt und die Qualität verbessert werden. Darüber hinaus ermöglicht das digitale Engineering auch eine bessere Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen verschiedenen Teams und Disziplinen, da alle auf einer gemeinsamen digitalen Plattform arbeiten können.

Insgesamt kann digitales Engineering dazu beitragen, die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu steigern, indem es ihnen ermöglicht, Produkte schneller auf den Markt zu bringen, die Kosten zu senken und die Leistung zu verbessern.

Die virtuelle Inbetriebnahme befasst sich laut VDI/VDE Richtlinie 3693 Blatt 1 und Blatt 2 mit dem „Aufdecken und Beheben von Fehlern aus dem Engineering des Automatisierungssystems“ [\[3\]](#) bei der Inbetriebnahme von Produktionsmaschinen und Fertigungsanlagen. Hierzu werden virtuelle Modelle zur Abbildung der Realität genutzt. Im Allgemeinen kann bei der virtuellen Inbetriebnahme zwischen drei Hauptbestandteilen unterschieden werden:

- Automatisierungsmodell
- Verhaltensmodell
- Kinematik- und Materialflussmodell

Im Automatisierungsmodell wird das Verhalten der Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) simuliert. Das Verhaltensmodell bildet das Verhalten der mit der SPS verbundenen Teilnehmer ab. Um auch Bewegungen im dreidimensionalen Raum und deren Einflüsse auf die Verhaltens- und Automatisierungsmodelle abzubilden, werden Kinematik- und Materialflussmodelle verwendet.

Grundsätzlich müssen nicht zwangsweise alle drei Bestandteile für die virtuelle Inbetriebnahme verwendet werden. Je nach Testkonfiguration können gewisse Bestandteile im Simulationsaufbau in Realität vorhanden oder nur simulativ eingebunden sein. Man unterscheidet hier zwischen den Konfigurationen (siehe [Abbildung 1-1](#)):

- Hardware-In-The-Loop (HiL)
- Software-In-The-Loop (SiL)
- Model-In-The-Loop (MiL)

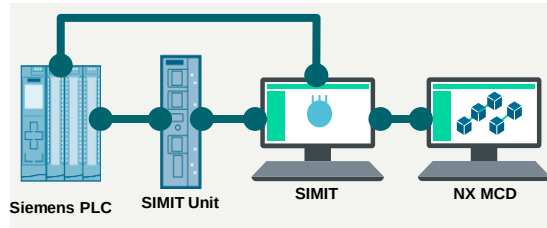
Vorranging bezeichnet die Hardware-In-The-Loop Simulation im Kontext der virtuellen Inbetriebnahme die Einbindung eines realen Controllers (SPS) in den Simulationsaufbau. Ein virtuelles Automatisierungsmodell wird nicht verwendet. Alle weiteren Simulationsbestandteile können jedoch weiterhin auf simulativer Basis sein. In speziellem Kontext kann auch eine Hardware-In-The-Loop Simulation mit simuliertem Automatisierungsmodell und realen Verhaltensmodellen, beispielsweise Antrieben oder Kameras, sinnvoll sein.

Die Software-In-The-Loop Lösung bezeichnet einen vollständig softwarebasierten Simulationsaufbau ohne reale Simulationsteilnehmer. Durch die gesamtheitliche Simulationslösung lassen sich hier alle Vorzüge der Digitalisierung nutzen und beispielsweise Zeitskalierungen oder komplexe Manipulationen im Modell vornehmen.

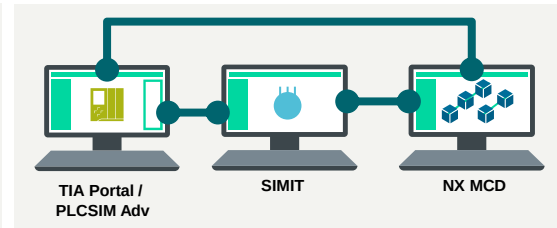
Model-In-The-Loop abstrahiert das Automatisierungsmodell, sodass kein reales Steuerungsprogramm in den Simulationsaufbau eingebunden ist. Vor allem wird die Model-In-The-Loop Methodik für die Konzepterstellung und Funktionstests des Simulationsmodells verwendet.

Abbildung 1-1 Hardware-In-The-Loop vs. Software-In-The-Loop vs. Model-In-The-Loop

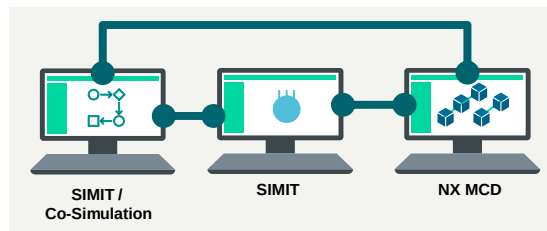
Hardware-in-the-Loop (HiL)



Software-in-the-Loop (SiL)



Model-in-the-Loop (MiL)



Häufig wird der Begriff Echtzeitfähigkeit in Verbindung mit der virtuellen Inbetriebnahme erwähnt. Echtzeitfähigkeit beschreibt die „Fähigkeit eines Prozessrechnersystems, die Rechenprozesse ständig derart ablaufbereit zu halten, dass sie innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls auf Ereignisse im Ablauf eines technischen Prozesses reagieren können [DIN IEC 60050-351]“ [\[3\]](#).

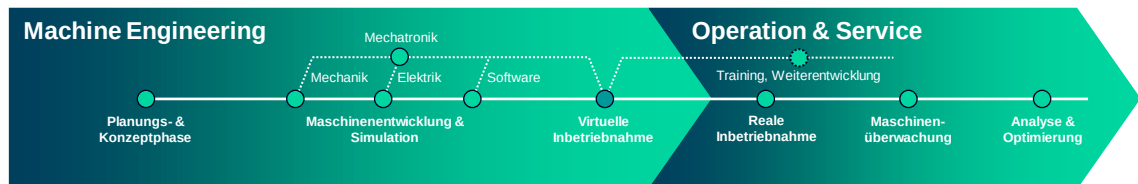
Bei einer Synchronisation der Prozesse im Software-In-The-Loop Aufbau können diese Echtzeitevoraussetzungen erfüllt werden, obwohl die Simulation aufgrund einer Zeitskalierung nicht mit der realen Raumzeit übereinstimmt. Durch die Synchronisation der Prozesszyklen werden die „[Durchläufe] des (periodisch aufgerufenen) Anwenderprogramms“ [\[3\]](#) auf die Simulation der Verhaltens- und Kinematikmodelle projiziert und somit ein Gleichlauf erzeugt.

Die Hardware-In-The-Loop Simulation stellt in Bezug auf die Synchronität erweiterte Anforderungen an die Simulationstools, da nur ein deterministisches Verhalten der gesamten Simulationslösung erreicht werden kann, wenn die Zeitbasis der Simulation mit der realen CPU übereinstimmt. Mit Hilfe des Synchronisationsmechanismus der SiL-Umgebung werden diese Herausforderungen ohne spezielle Hardware bewältigt.

1.2 Potential und Ziele

Die reale Inbetriebnahme erfolgt üblicherweise nach der Montage der Produktionsmaschine beziehungsweise Fertigungsanlage. Mithilfe des digitalen Engineerings und der virtuellen Inbetriebnahme können Inbetriebnahme-Prozesse bereits vor der Montage der realen Anlage am digitalen Zwilling durchgeführt werden. Dabei können Teile oder ein vollumfängliches Anlagenmodell in Betrieb genommen werden.

Abbildung 1-2 Digitalisierung des Produktlebenszyklus



Durch das Verschieben des Inbetriebnahme-Prozesses in die Engineering Phase des Produkt-Lebenszyklus können Fehler im Engineering kostengünstig und zeitunkritisch gelöst werden. Zugleich können Betriebsabläufe und Funktionen risikofrei und ohne Materialaufwendungen im Automatisierungsprogramm entwickelt und getestet werden, was zu einer höheren Qualität des Automatisierungsprogramms zu Beginn der realen Inbetriebnahme führt. Bereits geleistete Arbeit führt zu einer deutlichen Beschleunigung des Inbetriebnahme-Prozesses.

Da die Inbetriebnahme zu einem großen Teil in Büroumgebung oder dem Home-Office erfolgen kann, nimmt die Attraktivität des Berufsbilds als Inbetriebnehmer zu.

Nach erfolgreicher Inbetriebnahme können erstellte digitale Zwillinge weiterhin zur Bedienschulung oder als digitaler Schatten verwendet werden. Als digitaler Schatten werden virtuelle Modelle bezeichnet, welche parallel zur realen Maschine betrieben werden, um Abweichungen zum erwarteten Verhalten festzustellen. Außerdem eignen sich verifizierte digitale Zwillinge zur Durchführung eines Retrofits. Stillstandzeiten können dadurch minimal gehalten werden.

1.3 Realer Aufbau vs. digitaler Zwilling

Die virtuelle Inbetriebnahme ist eine Simulationsart. Simulation bezeichnet im Allgemeinen eine „modellhafte, wirklichkeitsgetreue Nachbildung oder Nachahmung von komplexen Modellen, Prozessen oder Sachverhalten“ [\[4\]](#). Simulation geht immer mit einer Vereinfachung von realem Verhalten einher. Mit der Detailtiefe erhöhen sich demnach auch die Performanceanforderungen an die ausführende Hardware. Daher sind Modellvereinfachungen für die virtuelle Inbetriebnahme unumgänglich.

Die Simulation von physikalischen Prozessen sollte für die virtuelle Inbetriebnahme weitestgehend vermieden, beziehungsweise stark vereinfacht werden. Dazu zählen unter anderem Materialumformung, Materialauf- und abtrag, Trenn- und Fügeprozesse, Klebprozesse, ein komplexer oder umfangreicher Materialfluss, das Verhalten von Fluiden, dynamische Reibprozesse, thermische Prozesse oder weitere multiphysikalische Prozesse.

Für eine genauere Betrachtung während der Inbetriebnahme können Ersatzmodelle erstellt werden, welche in die Simulationsumgebung eingebunden werden können. Je nach verwendeter Hardware sind die Einflüsse auf die Simulationsperformance zu berücksichtigen.

1.4 Kriterien zur Durchführung einer virtuellen Inbetriebnahme

Bevor die virtuelle Inbetriebnahme einer Produktionsmaschine oder Fertigungsanlage durchgeführt werden soll, muss abgewägt werden, ob die Vorteile der virtuellen Inbetriebnahme ausgespielt werden können. Folgende Faktoren müssen vor der Durchführung der virtuellen Inbetriebnahme berücksichtigt werden:

- Mitarbeiter-Knowhow: Gibt es ausreichend qualifizierte Mitarbeiter?
- Hardware, Software und Lizenzen: Können die Hardwareanforderungen erfüllt werden? Sind benötigte Software-Tools und Lizenzen vorhanden und lauffähig?
- Prozesse: Müssen alle Prozesse simuliert werden? Sind diese im digitalen Zwilling umzusetzen? Gibt es Ersatzmodelle?
- Verhaltensmodellierung: Sind bestimmte Verhaltensmodelle erforderlich? Müssen neue Verhaltensmodelle für die Simulation erstellt werden? Ist dies im Zeitrahmen der virtuellen Inbetriebnahme leistbar? Kann auf die Erstellung diverser Verhaltensmodelle verzichtet werden?
- Automatisierungsprojekte: Gibt es Automatisierungsprojekte, die an ähnlichen Anlagen in Betrieb genommen wurden? Können Teile von existierenden Automatisierungsprojekten wiederverwendet werden?
- Ziele: Wurden Ziele definiert, die mit Hilfe des digitalen Zwillings erreicht werden sollen? Sind die Ziele mit der virtuellen Inbetriebnahme erreichbar?

1.5 Rahmenbedingungen

1.5.1 Hardware-Voraussetzungen

Die Simulationstools für die virtuelle Inbetriebnahme sind in der Regel Single-Core Applikationen, welche jeweils einen Prozessor-Kern auslasten. Daher gibt es gehobene Anforderungen an die Single-Core-Performance des Prozessors. Für die graphische Darstellung ist eine dedizierte Grafikkarte erforderlich.

Die Mindestvoraussetzungen für die einzelnen Tools sind in den Handbüchern aufgeführt. Hierbei ist darauf zu achten, dass die beschriebenen Mindestvoraussetzungen nicht den Ansprüchen einer synchronen Simulation mehrerer Simulationstools genügen.

Für die Simulationsanwendung wird ein Desktop-Computer mit aktuellem Intel® Core-i7 bzw. Intel® Core-i9 Prozessor empfohlen. Des Weiteren bieten sich 64GB Arbeitsspeicher und eine aktuelle NVMe M.2-SSD (Solid-State-Drive) Festplatte für eine höhere Simulationsperformance an. Zertifizierte Grafikkarten können dem Support Center der SIEMENS Digital Industries Software entnommen werden [\[5\]](#). Bei Simulationen mit Kinematik- und Materialfluss-Modell ist die 3D Visualisierung essenziell. Daher wird eine NVIDIA Quadro RTX empfohlen, um auch umfangreichere Modelle problemlos darstellen zu können.

Je nach Testkonfiguration (Hardware-In-The-Loop, Software-In-The-Loop oder Model-In-The-Loop) sind neben einem Computer weitere Hardware-Komponenten für den Simulation notwendig.

1.5.2 Software-Voraussetzungen

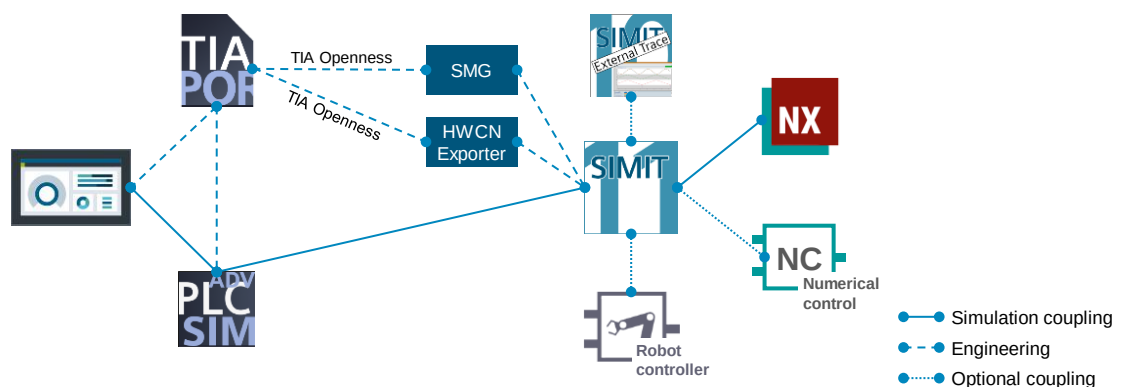
Grundsätzlich werden bei der virtuellen Inbetriebnahme im Stil der Software-In-The-Loop Simulation drei Software-Tools verwendet:

- S7-PLCSIM Advanced (PSA)
- SIMIT
- NX Mechatronics Concept Designer (NX MCD)

Optional:

- Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal)
- SIMATIC WinCC Advanced Runtime
- SIMATIC Runtime Manager (SIMATIC WinCC Unified Runtime)
- Run My Virtual Machine
- Create My Virtual Machine

Abbildung 1-3 SiL Simulationskonfiguration für die virtuelle Inbetriebnahme



S7-PLCSIM Advanced simuliert das Automatisierungssystem, SIMIT das Verhaltensmodell und NX MCD das Kinematik- bzw. Materialflussmodell. Falls kein Kinematik- bzw. Materialflussmodell notwendig ist, ist auch eine Simulation nur mit SIMIT und S7-PLCSIM Advanced möglich. Durch die takt synchrone Kopplung kann deterministisches Verhalten der Simulation sichergestellt werden (siehe [2.2.3 Synchronisation](#)). Optional lassen sich über die verfügbaren externen Kopplungen [\11\](#) weitere Co-Simulationsteilnehmer einbinden. Die Programmierung der PLC und Erstellung des HMIs (Human-Machine-Interface) erfolgt über das TIA Portal. HMIs werden mit Hilfe von WinCC Advanced oder der WinCC Unified Runtime simuliert. Um Informationen aus dem TIA Portal mittels [SMG](#) (Simulation Model Generator) und [HWCN Exporter](#) auszulesen, wird [TIA Portal Openness](#) benötigt. Das vollständige Simulationskonzept kann [Abbildung 1-3](#) entnommen werden.

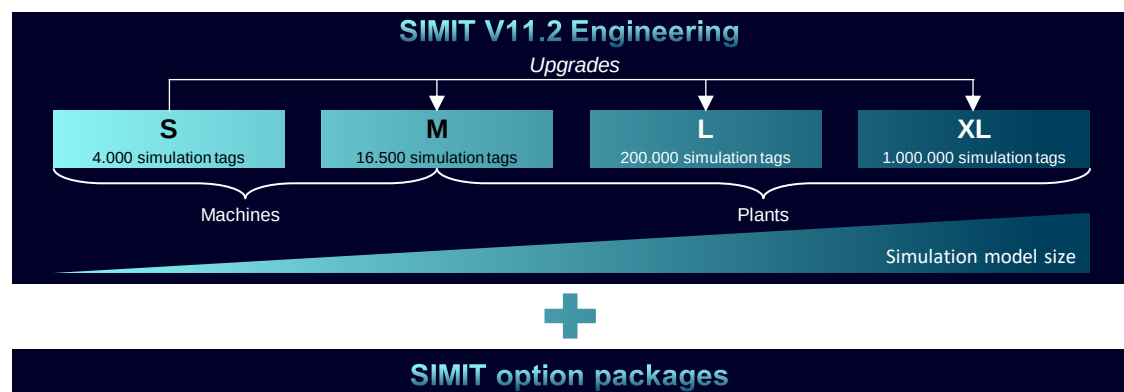
1.5.3 Lizenzen

Engineering Lizenzen

Die Lizenzmodelle der einzelnen Software-Tools unterscheiden sich maßgeblich. Um sicherzustellen, dass Produktupdates und Neuerungen verwendet werden können, empfiehlt sich die Nutzung des Software-Update-Service (SUS). Dadurch werden immer die neuesten Updates und Lizenzen zur Verfügung gestellt.

Die Lizenzen für SIMIT werden über den Lizenzkonfigurator in der SIEMENS Industry Mall bezogen [\6\](#). Die notwendige Lizenzgröße hängt von den Anforderungen im Projekt ab (siehe [Abbildung 1-4](#)).

Abbildung 1-4 SIMIT V11.2 Engineering Lizenzen



Für SIMIT sind keine Software-Lizenzen verfügbar, daher werden physikalische Dongles versendet. Zur Konfiguration des Dongles dient die Software WIBU Systems CodeMeter [\7\](#). Zusätzliche Lizenzen in SIMIT werden für folgende Features benötigt:

- Aktualisierung auf eine neue SIMIT Version (hier wird ein SUS empfohlen)
- Weitere Bibliotheken (CHEM-BASIC, FLOWNET, CONTEC)
- [Component Type Editor \(CTE\)](#)
- SIMIT Virtual Controller (VC)

S7-PLCSIM Advanced Lizenzen können ebenfalls über den Vertriebsbeauftragten oder die SIEMENS Industry Mall bezogen [\6\](#) werden. Erworbene Lizenzen werden über das Online Software Delivery Tool [\19\](#) zur Verfügung gestellt oder per Post als License Carrier (USB-Stick) versendet. Das Lizenz-Management erfolgt über die Software Automation License Manager [\20\](#) welche zusammen mit der S7-PLCSIM Advanced Installation auf dem System installiert wird. Jede Lizenz ist für zwei S7-PLCSIM Advanced Instanzen gültig.

Die Lizenzen für NX MCD werden über den Vertriebsbeauftragten bestellt. Die Lizenz, die als File übermittelt wird, wird über den Siemens License Server [\21\](#) eingebunden.

Runtime Lizenzen

Für NX MCD und SIMIT sind sogenannte Player Lizenzen verfügbar. Mit diesen Lizenzen ist kein Engineering möglich, jedoch können Simulationsmodelle parametrisiert und gestartet werden.

Runtime Lizenzen sind für S7-PLCSIM Advanced mit Engineering Lizenzen gleichzusetzen (siehe oben).

Trial und Demo Lizenzen

S7-PLCSIM Advanced bietet über den Automation License Manager eine aktivierbare 21-tägige Testversion an. Falls keine Lizenz vorhanden ist, öffnet sich bei Start einer PLC-Instanz ein Pop-Up über das die Testlizenz aktiviert werden kann.

Im SIMIT Demo Modus können die grundlegenden Funktionen von SIMIT getestet werden. Allerdings ist die Laufzeit auf 45 Minuten begrenzt. Weitere Einschränkungen können dem Handbuch entnommen werden [\30\](#).

Für NX MCD sind ebenfalls Demo Lizenzen verfügbar, welche über den Vertriebsbeauftragten bezogen werden können.

1.5.4 Voraussetzungen zur Softwareerstellung am digitalen Zwilling

Die Softwareerstellung am digitalen Zwilling erfordert eine aus der Sicht des Automatisierungssystems möglichst realitätsnahe Abbildung des Verhaltens und der Rückmeldungen der Maschine. Dies setzt voraus, dass die CAD-Daten wenn möglich dem realen Modell entsprechen. Sollte der reale Aufbau noch nicht existieren, beziehungsweise sich dieser im Aufbau befinden, können notwendige Änderungen (z.B. während der Inbetriebnahme verschobene Sensoren, geänderte Achslängen, geänderte Roboter-Positionen und -Typen) zu einem frühen Zeitpunkt berücksichtigt und kostengünstig umgesetzt werden.

Grundvoraussetzung für die Erstellung des Automatisierungsprogrammes sind die Definitionen der Hardwarekonfiguration und der Symbolik im TIA Portal. Diese können sich während der Inbetriebnahme ändern, jedoch sind Grundzustände notwendig, um die Ansteuerung des Modells zu ermöglichen. Eine Zuordnung der Signale ist nicht immer möglich, da sich in der Regel die Benennungen im Automatisierungsprojekt von den Benennungen im CAD-Modell unterscheiden. Ein Dokument beziehungsweise die Abstimmung zwischen Elektro- und Mechanik-Konstruktion sind zur Zuordnung der Symbolik zu realen Bauteilen zwingend notwendig.

Des Weiteren werden Stromlaufplan, Pneumatik- und Hydraulik-Plan in der Projektierungsphase genutzt, um das Verhalten realitätsnah abzubilden. Oftmals ist eine Abbildung von Zuordnungen von Signalen und Verschaltungen nur mit diesen Dokumenten möglich.

1.5.5 Support

Die SIEMENS Ansprechpartner können bei Fragen schnell und einfach weiterhelfen. Sollten Probleme mit SIMIT oder S7-PLCSIM Advanced auftreten gibt es über das SiePortal die Möglichkeit Support-Requests zu erstellen, welche dann zeitnah durch den Support bearbeitet werden [\22\](#).

Bei Fragen zu NX MCD kann über das Support Center der SIEMENS Digital Industries Software ein Fall eröffnet werden [\23\](#).

1.5.6 Schulungen

Schulungen für den Einstieg in das Thema der virtuellen Inbetriebnahme mit SIMIT, S7-PLCSIM Advanced und NX MCD können über SITRAIN gebucht werden [\8\](#) [\9\](#).

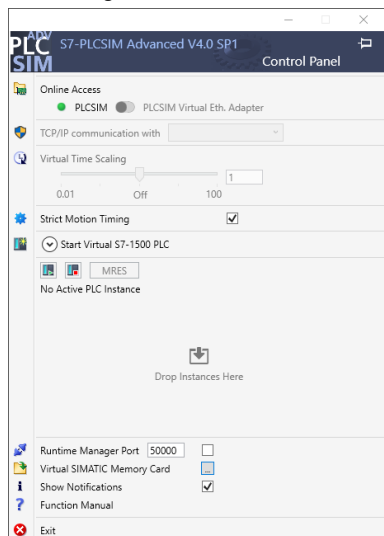
Für einen Deep-Dive in NX MCD gibt es des Weiteren die Xcelerator Academy über die online Schulungen gebucht werden können [\24\](#).

2 Software

2.1 S7-PLCSIM Advanced

Mit S7-PLCSIM Advanced (siehe [Abbildung 2-1](#)) werden bis zu 16 PLC-Instanzen auf einem PC simuliert. Dabei verwendet jede aktive Instanz einen CPU-Kern. Das reale Abbild der Firmware wird für die Simulation verwendet. Die Konfiguration der PLC und die Entwicklung des PLC-Programms mit STEP7 erfolgt wie bei einer realen Hardware-PLC ebenfalls mithilfe des TIA Portals. Eine Verbindung zur simulierten PLC-Instanz wird entweder über TCP/IP oder über eine interne, lokale Verbindung (Softbus) aufgebaut.

Abbildung 2-1 PLCSIM Advanced User Interface



Unterstützte CPU-Familien sind (ab S7-PLCSIM Advanced V6.0):

- S7-1500 (C, T, F)
- S7-1500 R/H
- SIMATIC Drive Controller
- ET200 SP (F) & ET200pro (F)
- SIPLUS CPUs
- Software/Open Controller

Im Gegensatz zu S7-PLCSIM unterstützt S7-PLCSIM Advanced unter anderem TCP/IP, OPC-UA und S7-Kommunikation.

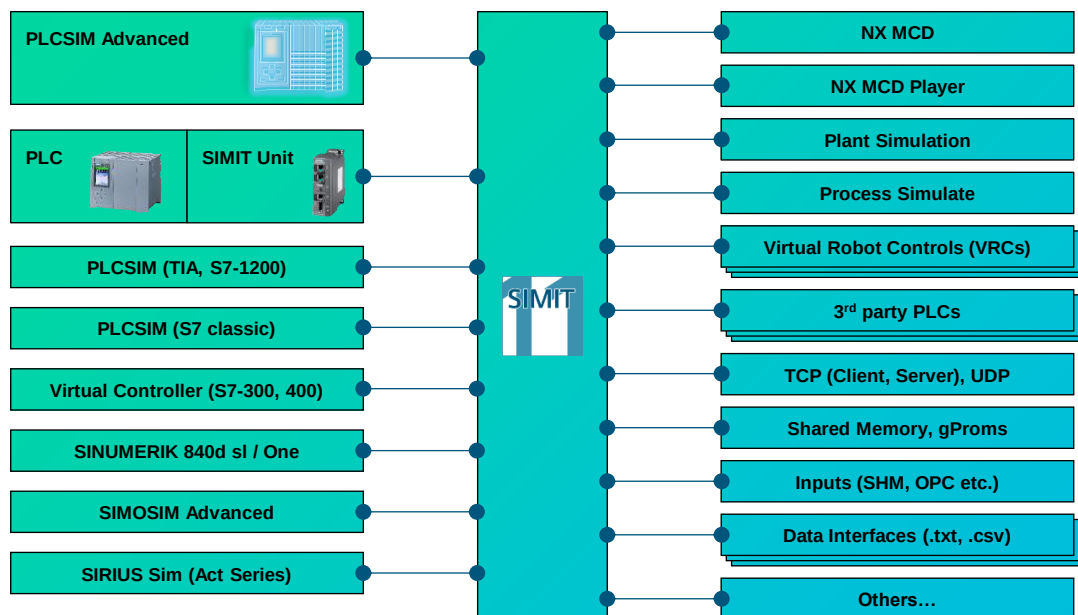
S7-PLCSIM Advanced wird vorrangig für folgende Use-Cases verwendet:

- Verifizieren des TIA Portal Setups
- Testen des STEP7 Programms
- Software-In-The-Loop Setup für die virtuelle Inbetriebnahme
- HMI-Bediener-Training

2.2 SIMIT

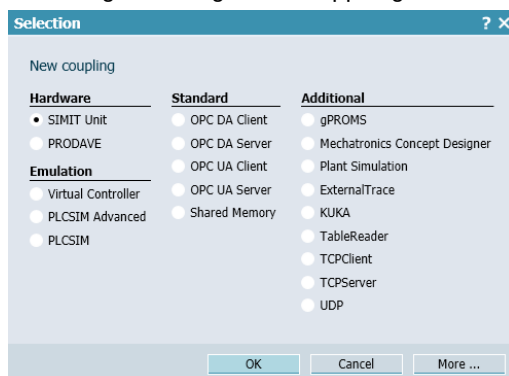
Mit SIMIT wird das Verhalten der Hardware im Schaltschrank simuliert. Im Rahmen des Simulationsaufbaus für die virtuelle Inbetriebnahme dient SIMIT zudem als Orchestrator und zentraler Verbindungspunkt aller Co-Simulations-Tools wie NX MCD, S7-PLCSIM Advanced oder virtuellen Robotercontrollern (siehe [Abbildung 2-2](#)).

Abbildung 2-2 Verfügbare SIMIT Kopplungen



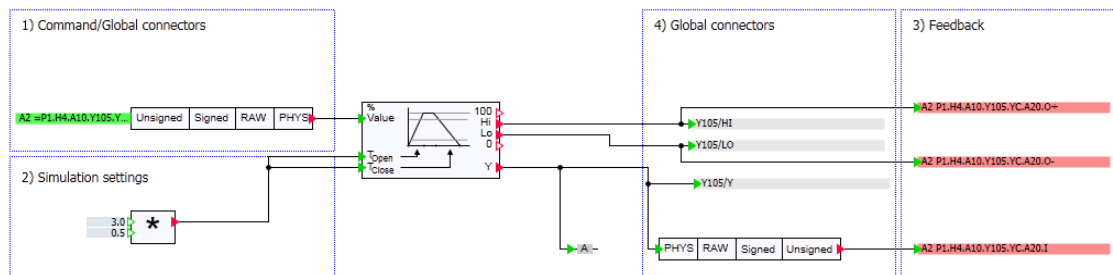
Installierte Kopplungen werden im Dialogfeld zur Kopplungserstellung angezeigt (siehe [Abbildung 2-3](#)).

Abbildung 2-3 Anlegen von Kopplungen in SIMIT



Verschaltungen von Signalen und Verhaltensmodellen werden auf Diagrammen durchgeführt. Mittels Drahtverbindungen oder Signal-Flaggen können dann Simulationsmodelle mit entsprechenden Verknüpfungen aufgebaut werden (siehe [Abbildung 2-4](#)). Rote und grüne Signal-Flaggen werden für Verbindungen zu externen Kopplungen wie beispielsweise S7-PLCSIM Advanced oder NX MCD verwendet. Gleichnamige graue Signal-Flaggen stellen die Verbindung untereinander auch Diagramm-Übergreifend her. Simulationsbausteine werden mit passenden Datentypen über die Dreiecke mit anderen Komponenten und Signalen verschalten.

Abbildung 2-4 SIMIT Diagramm



2.2.1 Zusätzliche Engineering Werkzeuge

TIA Portal Openness

TIA Portal Openness ermöglicht es über die frei zugängliche API von WinCC, STEP 7 und Startdrive Engineeringaufgaben zu automatisieren und Informationen auszulesen [\[28\]](#). Dazu muss der Benutzer der "Siemens TIA Openness" Benutzergruppe hinzugefügt werden [\[25\]](#).

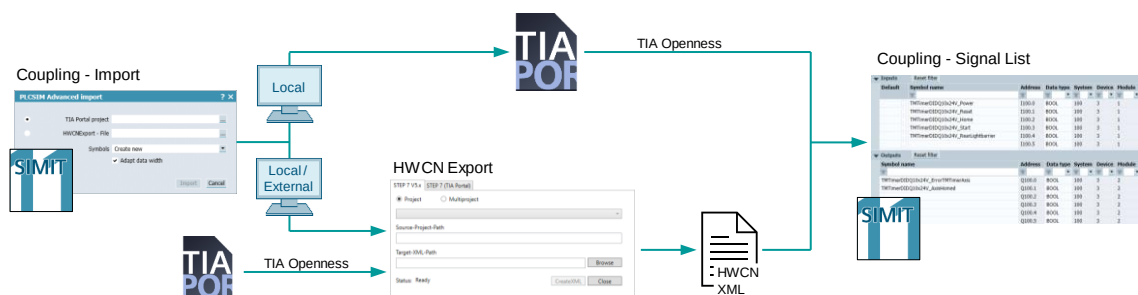
Automatisierte Engineering Schritte zum Anlegen von Kopplungen oder Verhaltensmodellen aus dem TIA Portal nutzen diese TIA Portal Openness Schnittstelle.

HWCN Exporter

Der HWCN Exporter erzeugt aus einem STEP 7 Classic, PCS7 oder einem TIA Portal Projekt eine HWCN-Export-Datei im .xml-Format. In SIMIT ermöglicht die S7-PLCSIM Advanced Kopplung den Import entweder direkt aus dem TIA Portal oder aus einer HWCNExport-Datei (siehe [Abbildung 2-5](#)). Dadurch werden sowohl die Hardwarekonfiguration als auch die Symbole aus dem Automatisierungsprojekt in SIMIT übertragen und verwendbar. Zum Auslesen der Informationen aus dem TIA Portal ist [TIA Portal Openness](#) notwendig.

Falls das TIA Portal nicht auf demselben Rechner installiert ist wie SIMIT, kann über den HWCN Exporter ein .xml-File exportiert werden und diese am SIMIT-Rechner eingebunden werden.

Abbildung 2-5 Workflow für den Import der Hardwarekonfiguration und der Symbolik in SIMIT



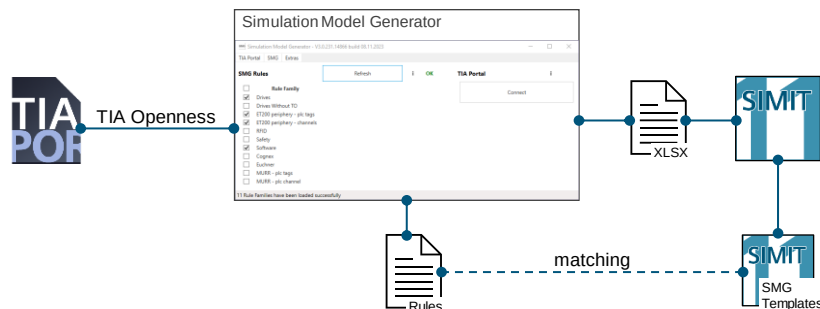
Der aktuelle HWCN Exporter kann über das SiePortal heruntergeladen werden [\[13\]](#).

Simulation Model Generator

Der Simulation Model Generator analysiert das Automatisierungsprojekt über die [TIA Portal Openness](#) Schnittstelle, sammelt relevante Daten und generiert eine xlsx-Datei mit einer Konfiguration der benötigten Verhaltensmodelle. Diese Datei wird in SIMIT importiert und die Verhaltensmodelle werden auf Basis der SMG-Vorlagen automatisiert erstellt und parametrisiert.

Neben den existierenden Regeln zum Erstellen der SIMIT Charts und Verhaltensmodellen können diese für eigene Komponenten auch manuell erstellt werden. Zugehörige SMG-Vorlagen sind dabei passend zu den Regeln zu erstellen.

Abbildung 2-6 Simulation Model Generator Mechanismus

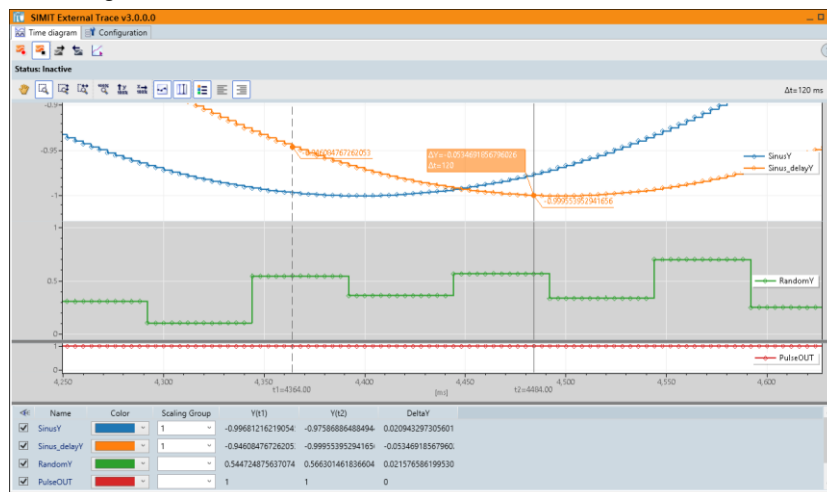


Der aktuelle Simulation Model Generator kann über das SiePortal heruntergeladen werden [\[14\]](#).

External Trace

Optional kann der Externe Trace in die Simulation mit SIMIT eingebunden werden. Signale können zyklisch und taktisynchron im Millisekunden-Takt aufgezeichnet werden (siehe [Abbildung 2-7](#)).

Abbildung 2-7 External Trace



Hinweis

Die in SIMIT integrierte Trend Funktion bietet ebenfalls die Möglichkeit Signale aufzuzeichnen, jedoch stellt der External Trace eine wesentlich feinere Auflösung und erweiterte Analysemöglichkeiten bereit.

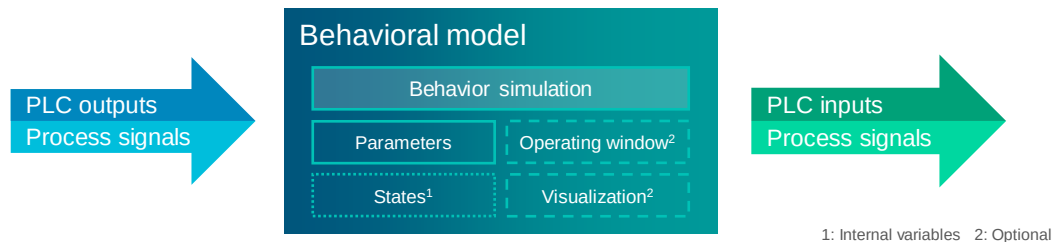
Die aktuelle Version des External Trace kann über das SiePortal heruntergeladen werden [\[15\]](#).

2.2.2 Verhaltensmodelle

Verhaltensmodelle sind notwendig, um das Verhalten von Aktorik und Sensorik simulativ abzubilden. Rückmeldungen zum Controller müssen realitätsnah abgebildet werden. Verhaltensmodelle können grundsätzlich als Black-Box betrachtet werden.

PLC-Ausgänge und Prozessdaten werden im Verhaltensmodell verarbeitet und PLC-Eingänge und Prozessdaten zyklisch herausgeschrieben (siehe [Abbildung 2-8](#)). Parameter sind statische Variablen, die in der Regel zur Simulationslaufzeit nicht zyklisch geschrieben werden. Zustände werden innerhalb des Verhaltensmodells verarbeitet und zyklusübergreifend gespeichert. Je nach Umfang beinhalten Verhaltensmodelle zusätzliche Bedienfelder und Visualisierungen, um während der Simulation Verhalten zu beobachten und Simulationsergebnisse zu beeinflussen.

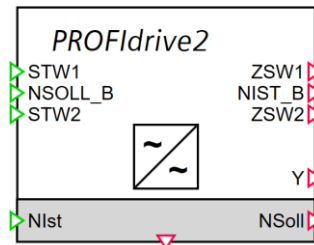
Abbildung 2-8 Verhaltensmodell



SIMIT Verhaltensmodelle

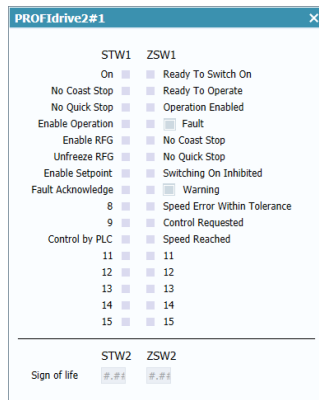
SIMIT beinhaltet Verhaltensmodelle, welche über die Komponenten-Task-Card per Drag-&-Drop instanziiert werden können (siehe [Abbildung 2-9](#)).

Abbildung 2-9 SIMIT Komponente PROFIdrive2



Über einen Doppelklick auf eine Komponente wird das Bedienfeld geöffnet, falls dies für die jeweilige Komponente verfügbar ist (siehe [Abbildung 2-10](#)).

Abbildung 2-10 SIMIT Komponente PROFIdrive2 - Bedienfeld



SIMIT Verhaltensmodell-Bibliotheken

Zusätzliche Verhaltensmodelle zu denen, die bereits in SIMIT integriert sind, können über das SiePortal bezogen werden [16](#).

Zum Beispiel sind dort Komponenten für RFID, Antriebe, Technologie Module und viele weitere Bibliotheken für unterschiedliche Anwendungsfälle verfügbar.

Zur Erweiterung der Standard-SIMIT-Bausteinbibliothek empfiehlt sich die Auxiliary Library [17](#).

SIMIT Component Type Editor

Neue SIMIT Komponenten und Verhaltensmodelle werden mit der integrierten Entwicklungsumgebung SIMIT Komponententypeditor (CTE) erstellt.

Dabei werden Variablen als Ein- und Ausgänge, Parameter und Zustände definiert. Über eine graphische Oberfläche lassen sich sowohl die Bausteindarstellung als auch ein Bedienfenster und eine zusätzliche Visualisierung (Link) erstellen. Die Programmierung der Bausteine erfolgt mit einer für den CTE vereinfachten Programmiersprache.

Erstellte Komponenten lassen sich anschließend in SIMIT importieren und instanziiieren.

Functional Mock-Up Interface

Das Functional Mock-up Interface (FMI) definiert eine standardisierte Schnittstelle, die es ermöglicht verschiedene Simulationswerkzeuge mit wenig Aufwand miteinander zu koppeln. Die in SIMIT enthaltene FMI-Schnittstelle ermöglicht es kompilierte Modelle aus externen Simulationswerkzeugen, den sogenannten Functional Mock-up Units (FMU), in die SIMIT-Laufzeitumgebung einzubinden und auszuführen.

FMUs, die mit dem grundlegenden SIMIT-Simulationsparadigma kompatibel sind, können mit Hilfe des CTE (siehe [0 SIMIT Component Type Editor](#)) in einen SIMIT-Komponententyp verpackt werden. Ein Kriterium des Simulationsparadigmas ist zum Beispiel, dass dynamische echtzeitfähige Ausführbarkeit in diskreten Zeitschritten gegeben sein muss.

DriveSim Designer

Der SINAMICS DriveSim Designer bietet einfach handhabbare Modelle für PROFIdrive-fähige SINAMICS-Umrichter. Die Modelle sind gegen reale SINAMICS-Umrichter validiert und geprüft und werden in Form von standardisierten FMUs bereitgestellt, welche über den CTE in SIMIT importiert werden. Weitere Informationen sind im SiePortal zu finden [10](#).

Simcenter AMESIM

Die multiphysikalische Simulation in AMESIM bietet die Möglichkeit, physikalische Prozesse detailliert zu betrachten [29](#). Simulationsmodelle werden dabei als FMU exportiert und in SIMIT verwendet. Alternativ können Ergebnisse aus komplexen Simulationsmodellen für die virtuelle Inbetriebnahme genutzt werden und auf einfache Art und Weise in SIMIT nachmodelliert werden (z.B. eine simulierte Kraft auf Basis des Hubs einer Presse). Somit kann sowohl Simulationsperformance als auch Engineering-Aufwand gespart werden.

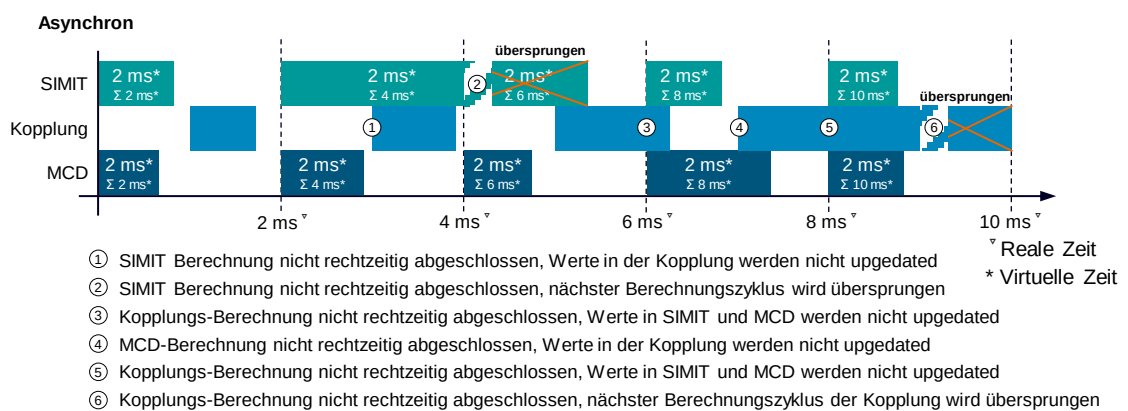
2.2.3 Synchronisation

SIMIT bietet als zentrale Simulationsschnittstelle und Orchestrator die Option zur Auswahl der Betriebsart und der Synchronisation mit den vorhandenen Simulationsteilnehmern. Die in SIMIT selektierbaren Betriebsarten unterscheiden sich wie folgt:

- Asynchron (siehe [Abbildung 2-11](#))

Alle Simulationsteilnehmer laufen unabhängig voneinander und warten nicht aufeinander. Das Einlesen und Ausgeben von Signalen über die Kopplung erfolgt sequenziell, aber unabhängig von der Modell-Berechnung in SIMIT. Berechnungsschritte können übersprungen werden, wenn vorhergehende Schritte nicht rechtzeitig abgearbeitet werden können.

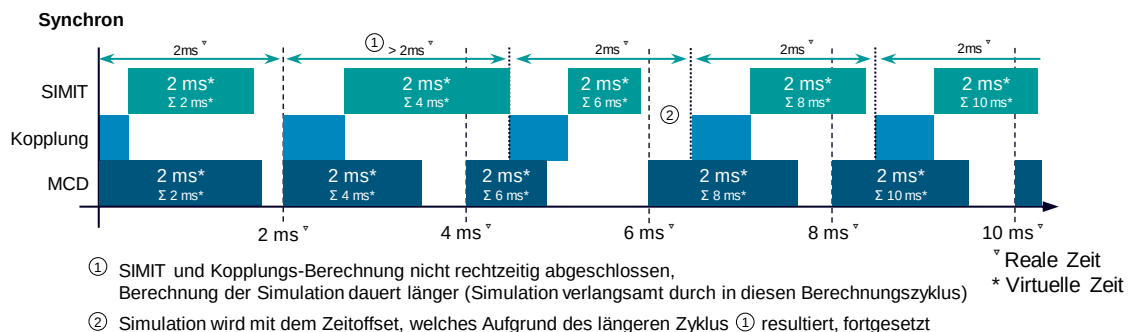
Abbildung 2-11 Asynchrone Betriebsart in SIMIT



- Synchron (siehe [Abbildung 2-12](#))

SIMIT synchronisiert die Ausführung und den Datenaustausch zwischen den Simulationsteilnehmern. Zwischen dem Einlesen und Ausgeben der Signale erfolgt immer die Modell-Berechnung in SIMIT. Auf eine vollständige Berechnung des Simulationsmodells in SIMIT und die Berechnung der Kopplung wird gewartet, falls die Berechnung länger dauert als vorgegeben. Alle Simulationsteilnehmer laufen weiterhin unabhängig voneinander und warten nicht aufeinander.

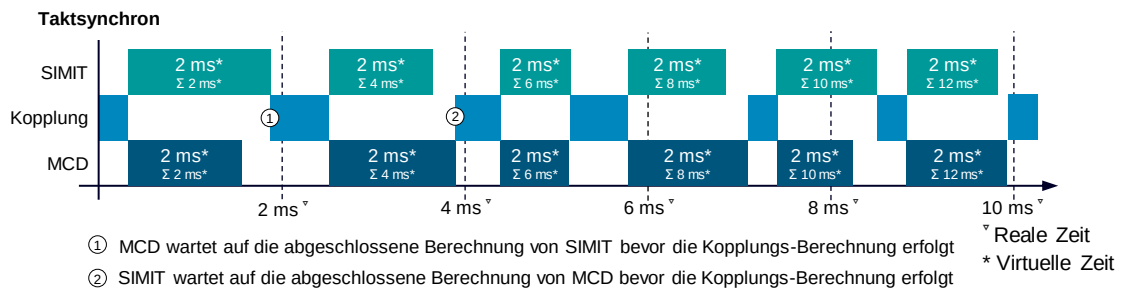
Abbildung 2-12 Synchrone Betriebsart in SIMIT



- Taktsynchron (siehe [Abbildung 2-13](#))

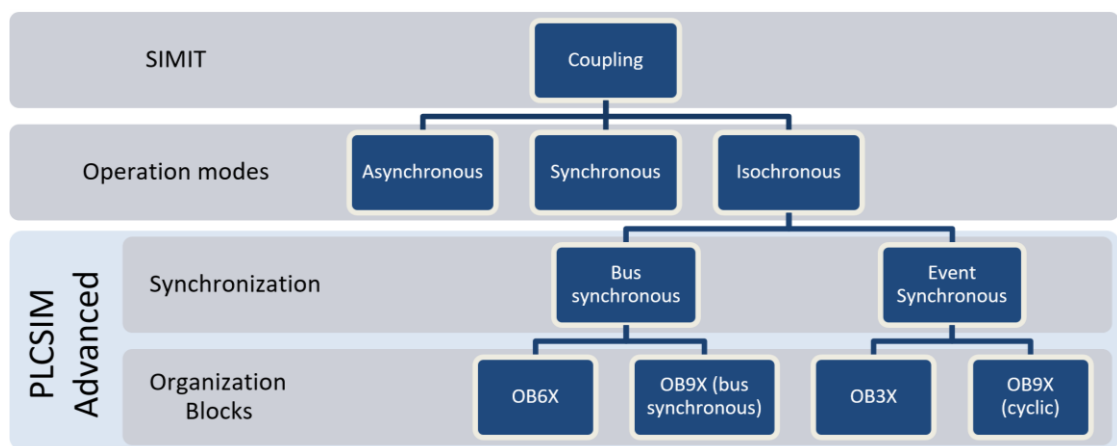
Alle Simulationsteilnehmer simulieren denselben virtuellen Zeitfortschritt, unabhängig von der realen Zeit. Die Simulationsschritte aller Simulationsteilnehmer werden zusammen ausgeführt. Ebenfalls wird dabei sichergestellt, dass die Zeitbasis (bzw. der zeitliche Simulationsfortschritt) aller Simulationsteilnehmer übereinstimmt. Diese Simulationsart wird im Rahmen der virtuellen Inbetriebnahme bevorzugt, um deterministische Simulationsergebnisse zu erreichen.

Abbildung 2-13 Taktsynchrone Betriebsart in SIMIT



Die Möglichkeiten zur Synchronisation von SIMIT und S7-PLCSIM Advanced hängen von der Projektierung des Steuerungsprogramms im TIA Portal ab (siehe [Abbildung 2-14](#)). Je nach verwendeten OBs und Zuweisung der Teilprozessabbilder werden im Falle der taktsynchronen Betriebsart eine bus- oder eventsynchrone Synchronisation in SIMIT zur Wahl angeboten.

Abbildung 2-14 Synchronisationsmechanismen mit S7-PLCSIM Advanced mit SIMIT

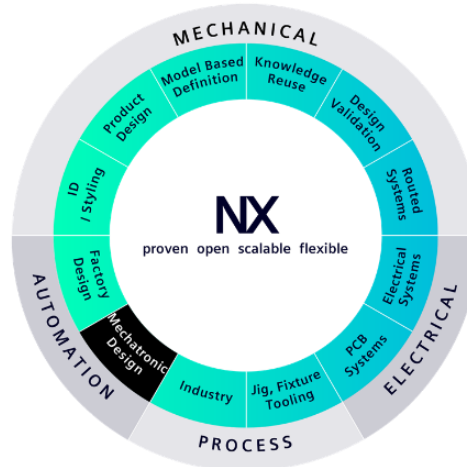


Für den Großteil der Simulationsfälle ist eine bussynchrone Synchronisation auf einen MC-Servo OB91 ausreichend. Für alle weiteren Fälle muss genau unterschieden werden. Als Leitfaden hierzu dient der vorliegende FAQ [12](#).

2.3 NX Mechatronics Concept Designer

Die Abbildung des Kinematik- und Materialflussmodells erfolgt mit dem NX Mechatronics Concept Designer. Mechatronic Design (Mechatronics Concept Designer) ist eine Anwendung innerhalb des CAD-Tools NX (siehe [Abbildung 2-15](#)).

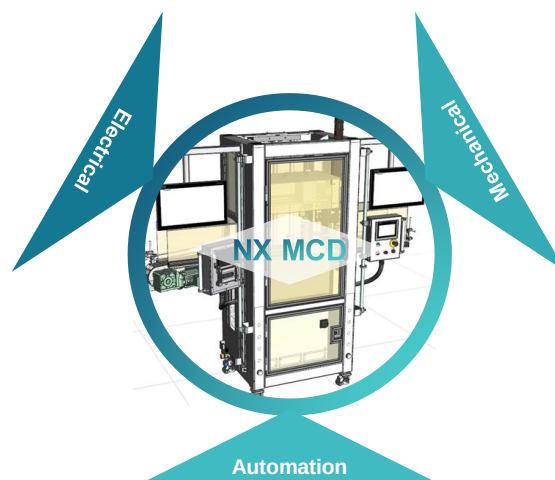
Abbildung 2-15 NX Anwendungen



Die in das CAD-System integrierte Starrkörpersimulation mit Physik-Engine dient im Rahmen einer Standalone Simulation zur Validierung einer Maschine in einer frühen Konzeptphase des Entwicklungsprozesses. Dazu stellt der MCD eine Automatisierungsebene bereit, in der Abläufe, Mechaniken und Materialfluss bereits in einem frühen Stand der Produktentwicklung ohne externe Simulationstools getestet und verifiziert werden können (siehe [Abbildung 2-16](#)).

In späteren Entwicklungsphasen wird NX MCD als Co-Simulation für das virtuelle Testen und die virtuelle Inbetriebnahme eingesetzt. Bereits erstellte mechanische und elektrische Eigenschaften der Standalone Simulation können weiterverwendet werden. Die Ansteuerung bzw. Rückmeldungen erfolgt dann an die Schaltschranksimulation in SIMIT.

Abbildung 2-16 NX Mechatronics Concept Designer



Es ist zu beachten, dass sich das reale physikalische Verhalten, von dem in der Simulation unterscheidet. Multiphysikalische Problemstellungen müssen daher separat in geeigneter Software (beispielsweise [Simcenter AMESIM](#)) betrachtet werden.

2.4 Co-Simulations-Tools

Co-Simulations-Tools sind Softwarewerkzeuge, die verwendet werden, um komplexe Systeme zu modellieren und zu simulieren, indem sie mehrere unterschiedliche Simulationsumgebungen integrieren und synchronisieren. Diese Tools ermöglichen es, dass verschiedene Simulationsprogramme parallel ausgeführt und miteinander verbunden werden, um die Interaktion und das Verhalten des Systems in Echtzeit zu analysieren.

Ein Beispiel für ein Co-Simulations-Tools ist KUKA OfficeLite, mit dem eine KUKA-Robotersteuerung simuliert werden kann. Somit lässt sich das Verhalten des Roboters in der Simulation detailgetreu nachbilden und das Simulationssetup vervollständigen.

2.4.1 Externe Kopplungen

Externe Simulationstools werden grundsätzlich über SIMIT an die Simulationsumgebung angebunden. Aus diesem Grund werden für SIMIT weitere Kopplungsmechanismen als herunterladbare Add-Ons über das SiePortal bereitgestellt [\11\](#). Hier sind sowohl externe Roboter-Schnittstellen (KUKA, ABB, Stäubli etc.), als auch Standard-Kommunikationskanäle (UDP, TCPIP etc.) und weitere Co-Simulationstool-Schnittstellen verfügbar.

2.5 Beispielprojekte

Eine Übersichtsseite mit Beispielprojekten aus dem Bereich der virtuellen Inbetriebnahme ist auf dem SiePortal zum Thema Virtuelle Inbetriebnahme im Maschinenbau verfügbar [\18\](#). Dabei handelt es sich um Projekte, welche den Einstieg in die virtuelle Inbetriebnahme und PLC-Bibliotheken verschiedener Branchen in der Anwendung zeigen.

Für den Einstieg in die Materie eignet sich besonders folgendes Applikationsbeispiel:

- Virtuelle Inbetriebnahme mit SIMIT und S7-PLCSIM Advanced [\26\](#)
(Applikationsbeispiel mit SIMIT und S7-PLCSIM Advanced)

3 Anhang

3.1 Service und Support

Industry Online Support

Sie haben Fragen oder brauchen Unterstützung?

Über den Industry Online Support greifen Sie rund um die Uhr auf das gesamte Service und Support Know-how sowie auf unsere Dienstleistungen zu.

Der Industry Online Support ist die zentrale Adresse für Informationen zu unseren Produkten, Lösungen und Services.

Produktinformationen, Handbücher, Downloads, FAQs und Anwendungsbeispiele – alle Informationen sind mit wenigen Mausklicks erreichbar:

support.industry.siemens.com

Technical Support

Der Technical Support von Siemens Industry unterstützt Sie schnell und kompetent bei allen technischen Anfragen mit einer Vielzahl maßgeschneiderter Angebote – von der Basisunterstützung bis hin zu individuellen Supportverträgen.

Anfragen an den Technical Support stellen Sie per Web-Formular:

[siemens.com/SupportRequesthttps://support.industry.siemens.com/cs/my/src](https://support.industry.siemens.com/cs/my/src)

SITRAIN – Digital Industry Academy

Mit unseren weltweit verfügbaren Trainings für unsere Produkte und Lösungen unterstützen wir Sie praxisnah, mit innovativen Lernmethoden und mit einem kundenspezifisch abgestimmten Konzept.

Mehr zu den angebotenen Trainings und Kursen sowie deren Standorte und Termine erfahren Sie unter:

siemens.de/sitrain

Serviceangebot

Unser Serviceangebot umfasst folgendes:

- Plant Data Services
- Ersatzteilservices
- Reparaturservices
- Vor-Ort und Instandhaltungsservices
- Retrofit- und Modernisierungsservices
- Serviceprogramme und Verträge

Ausführliche Informationen zu unserem Serviceangebot finden Sie im Servicekatalog:

support.industry.siemens.com/cs/sc

Industry Online Support App

Mit der App "Siemens Industry Online Support" erhalten Sie auch unterwegs die optimale Unterstützung. Die App ist für iOS und Android verfügbar:

support.industry.siemens.com/cs/ww/de/sc/2067

3.2 Industry Mall



Die Siemens Industry Mall ist die Plattform, auf der das gesamte Produktportfolio von Siemens Industry zugänglich ist. Von der Auswahl der Produkte über die Bestellung und die Lieferverfolgung ermöglicht die Industry Mall die komplette Einkaufsabwicklung – direkt und unabhängig von Zeit und Ort:

mall.industry.siemens.com

3.3 Applikationssupport

Siemens AG
Digital Industries
Factory Automation
Production Machines
DI FA PMA APC
Frauenauracher Str. 80
91056 Erlangen, Germany
mailto: vc.apc.automation@siemens.com

3.4 Links und Literatur

Tabelle 3-1

Nr.	Thema
1\	Siemens Industry Online Support https://support.industry.siemens.com
2\	Link auf die Beitragsseite des Anwendungsbeispiels https://support.industry.siemens.com/cs/www/de/view/109963864
3\	VDI / VDE Richtlinie 3693 Blatt 1 und Blatt 2
4\	Der deutsche Wortschatz von 1600 bis heute. https://www.dwds.de/wb/Computersimulation
5\	SIEMENS Digital Industries Software – Hardware and Software Certifications https://support.sw.siemens.com/en-US/product/209349590/knowledge-base/PL8017193?pid=sc%3Asearch&pid_context=%22Hardware%20and%20Software%20Certifications%22&index=content-external&audience=external
6\	SIEMENS Industry Mall https://mall.industry.siemens.com/
7\	WIBU Systems CodeMeter https://www.wibu.com/de/support/anwendersoftware/anwendersoftware.html

Nr.	Thema
\18\	SITRAIN Schulung – SIMIT in der Diskreten Automatisierungstechnik für Einsteiger https://www.sitrain-learning.siemens.com/DE/de/rw8439/SIMIT-in-der-Diskreten-Automatisierungstechnik-f%C3%BCr-Einsteiger
\19\	SITRAIN Schulung – Virtuelle Inbetriebnahme für Maschinen https://www.sitrain-learning.siemens.com/DE/de/rw96673/Virtuelle-Inbetriebnahme-f%C3%bcr-Maschinen
\10\	SINAMICS DriveSim Designer https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109812859
\11\	SIMIT Kopplungen, applikative Erweiterung der Schnittstelle https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109795246
\12\	Wie projektieren Sie eine isochrone Simulation mit SIMIT und PLCSIM Advanced? https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109808735
\13\	HWCN Exporter https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109770995
\14\	Simulation Model Generator https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109780391
\15\	SIMIT External Trace https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109810949
\16\	SIMIT Bibliotheken mit Verhaltensmodellen von Geräten und Anlagen https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109793203
\17\	Auxiliary Library für SIMIT https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109815648
\18\	SIMIT/MCD/AMESIM - Virtuelle Inbetriebnahme im Maschinenbau https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109777165
\19\	Online Software Delivery https://www.automation.siemens.com/swdl/
\20\	Hantierungsprogramme für die Autorisierung bzw. Lizenzierung von SIMATIC Produkten. (ALM, Authors) https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/114358
\21\	SIEMENS Support Center - SW Siemens License Server https://support.sw.siemens.com/de-DE/product/1586485382
\22\	Support-Anfragen https://support.industry.siemens.com/cs/my/srm?lc=de-WW
\23\	SIEMENS Digital Industries Software Support Center https://support.sw.siemens.com/de-DE/
\24\	Siemens Xcelerator Academy https://training.plm.automation.siemens.com/
\25\	Benutzer der Benutzergruppe "Siemens TIA Openness" hinzufügen https://support.industry.siemens.com/cs/de/de/view/109773802/101778035467
\26\	SIMATIC Machine Simulator - Virtuelle Inbetriebnahme mit SIMIT und PLCSIM Advanced https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109799724

Nr.	Thema
127\	Virtuelle Inbetriebnahme von Maschinen mit S7-PLCSIM Advanced, SIMIT und NX MCD https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109758943
128\	TIA Portal Openness: Einführung und Demoanwendung https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/108716692
129\	Simcenter Amesim / SIMIT - Virtuelle Inbetriebnahme mit multiphysikalischen Modellen https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109814061
130\	SIMATIC SIMIT Simulation Platform https://support.industry.siemens.com/cs/ww/de/view/109823650

3.5 Änderungsdokumentation

Tabelle 3-2

Version	Datum	Änderung
V1.0	04/2024	Erste Ausgabe