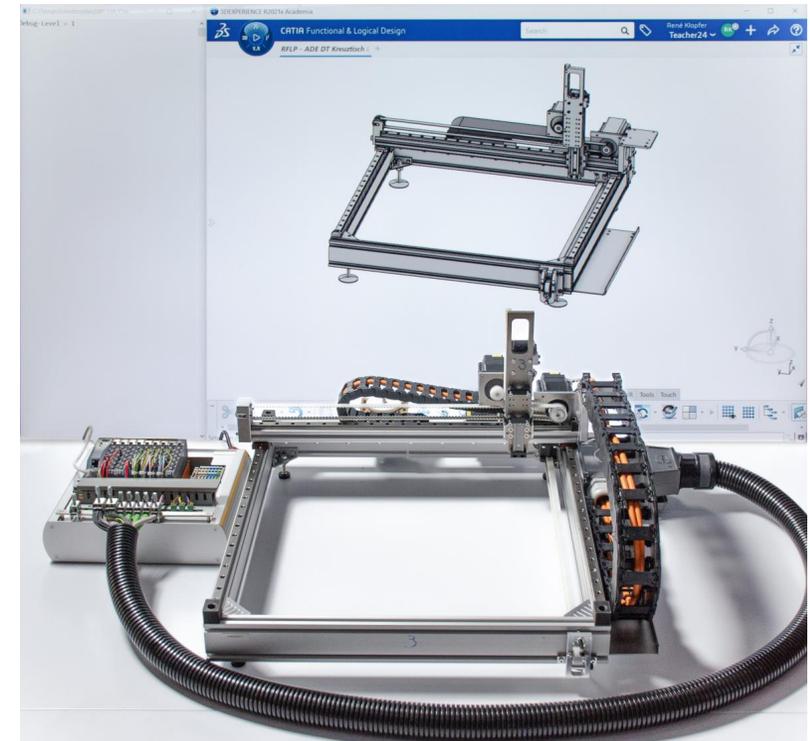


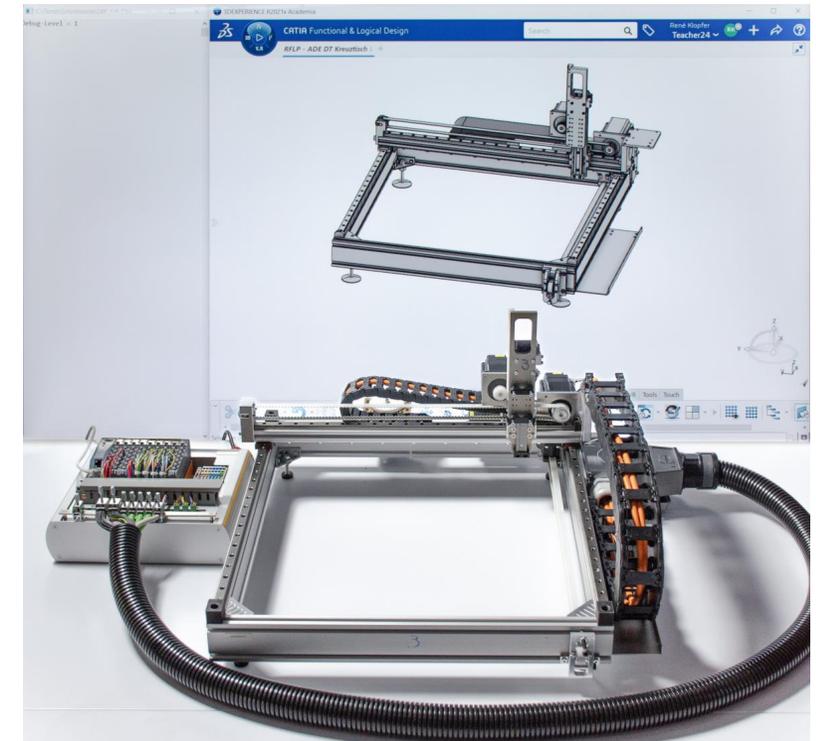
Digitalis3D – Digitalisierter Kreuztisch

Daniel Schmid, Silvan Lack



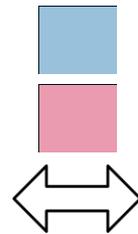
Digitalisierter Kreuztisch – Beispiel eines Digitalen Zwillings

- Eine Kommunikationsschnittstelle, die ...
 - ... universell ist
 - ... bidirektional ist
 - ... Echtzeit erreicht.
- Beispiel eines Digitalen Zwillings für ...
 - Forschung,
 - Lehre und
 - Industrie



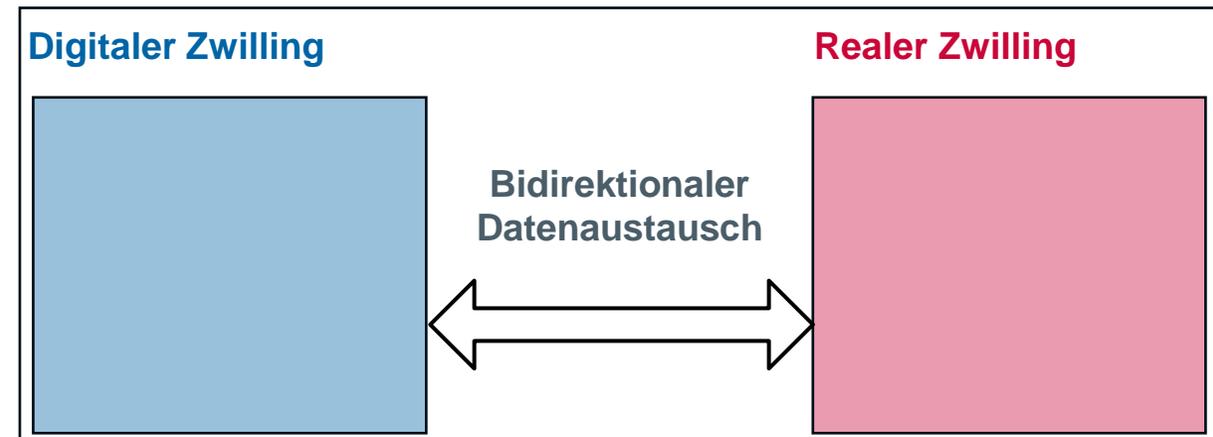
Das Framework Digitaler Zwilling

- Der **Digitale Zwilling** ist die Repräsentation eines realen Produkts in der virtuellen Welt
- Zur eindeutigen Differenzierung verwenden wir für das Gesamtsystem den Begriff **Framework Digitaler Zwilling**
- Framework Digitaler Zwilling
 - Digitaler Zwilling
 - Realer Zwilling
 - Bidirektionaler Datenaustausch



- Für ein Framework haben alle drei Elemente vorhanden zu sein

Framework Digitaler Zwilling



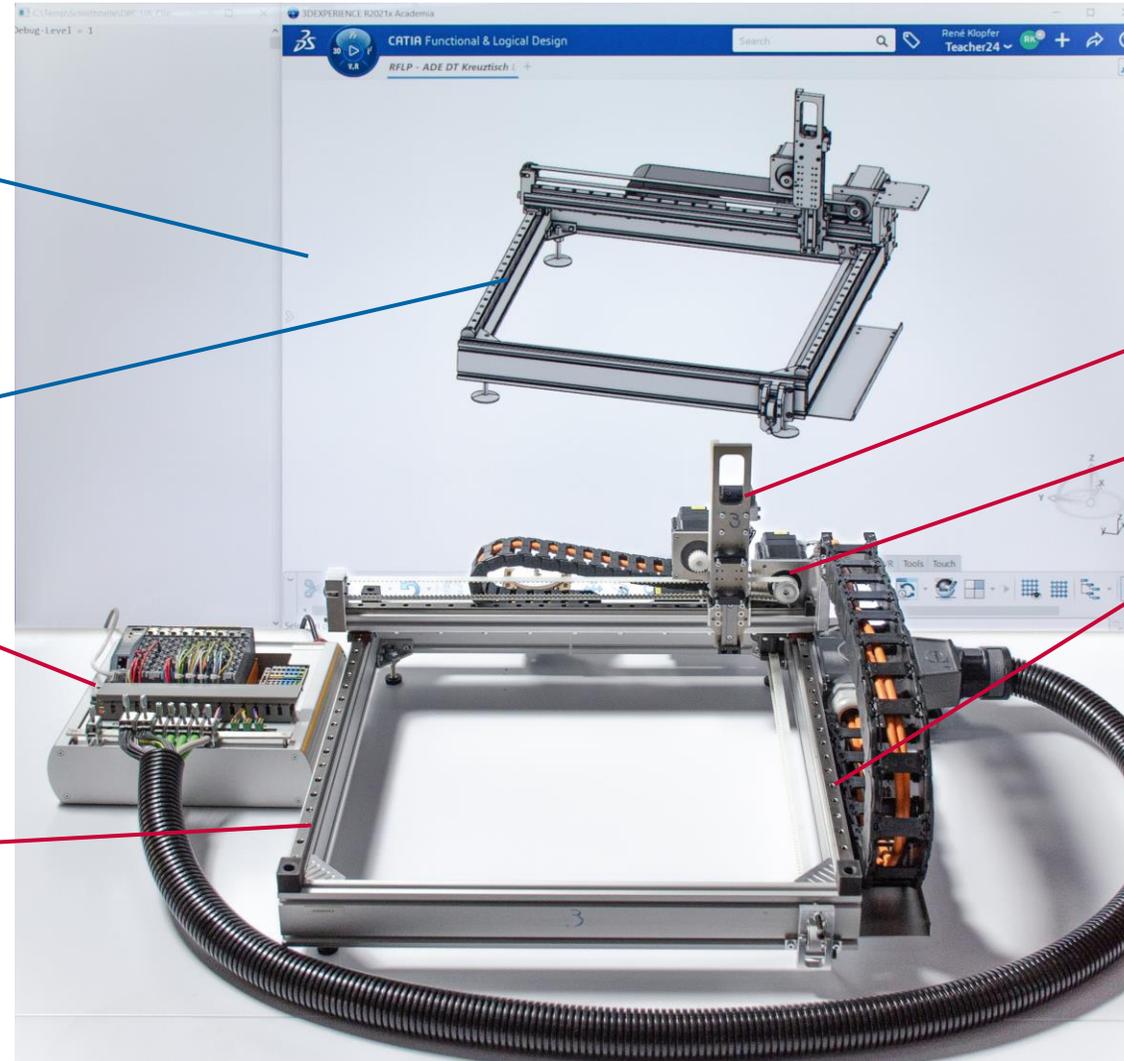
Framework Digitaler Zwilling – Unsere Lösung

Bildschirm
Darstellung des
Digitalen Zwillings

Modellierter Digitaler
Zwilling (Geometrie &
Physik)

SPS

Kreuztisch
Realer Zwilling



Achsensystem

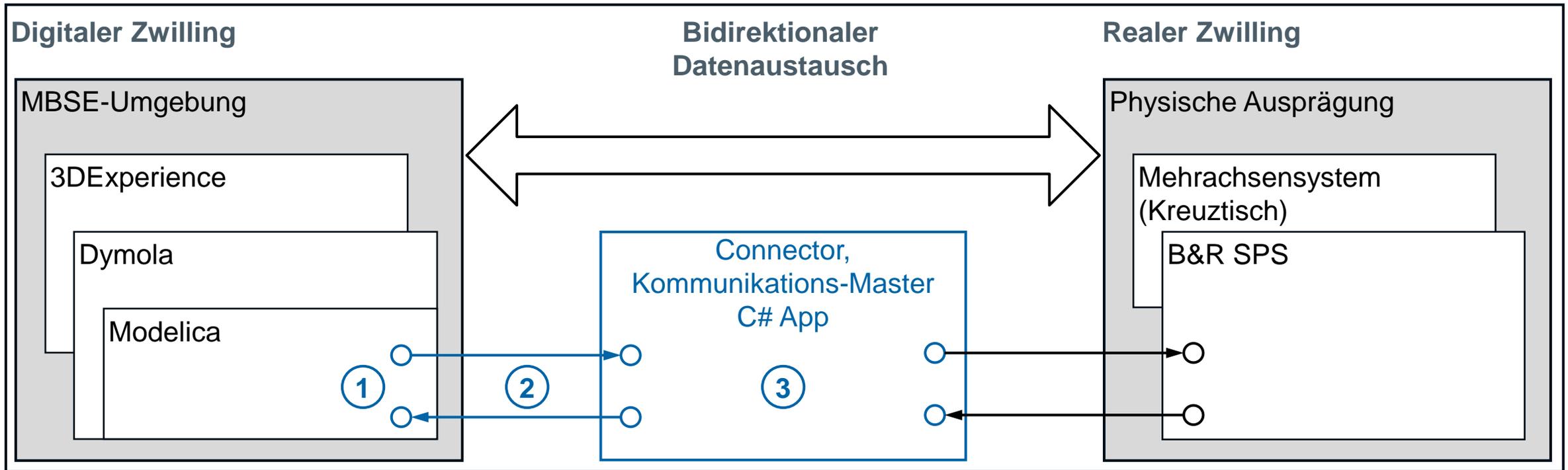
z-Achse

y-Achse

x-Achse

Framework Digitaler Zwilling – Unsere Lösung

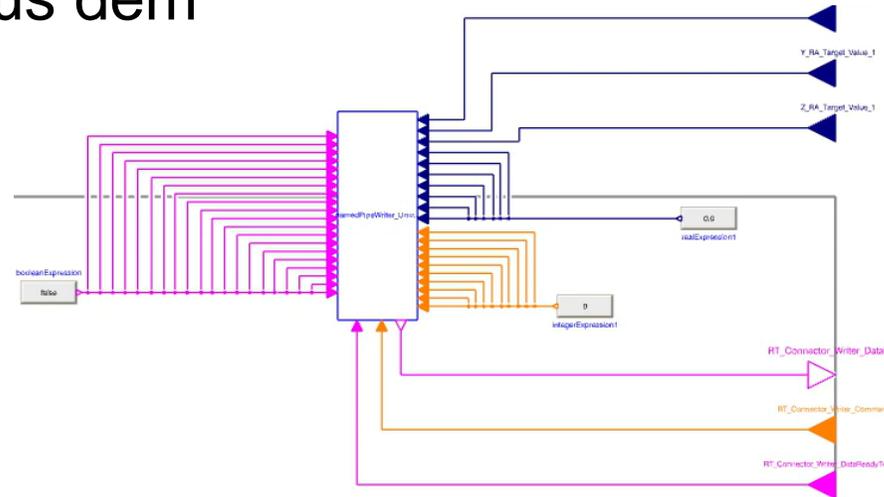
Framework Digitaler Zwilling



- Universelle, bidirektionale Echtzeitkommunikation zwischen Realem und Digitalem Zwilling
 - Universell
 - Universelle Modelica-Sprache auf der Seite des Digitalen Zwillings → ①
 - Offener Standard OPC UA auf der Seite der SPS → ③
 - Bidirektional
 - «Named Pipes» (→ ②) zwischen dem Communicator (→ ③) und dem Digitalen Zwilling
 - Echtzeit
 - 11.5 ms Zykluszeit der Kommunikation
 - 150 ms inkl. der Reaktionszeiten bis hin zur Bilderneuerung auf dem Bildschirm

- Erläuterung zu ①

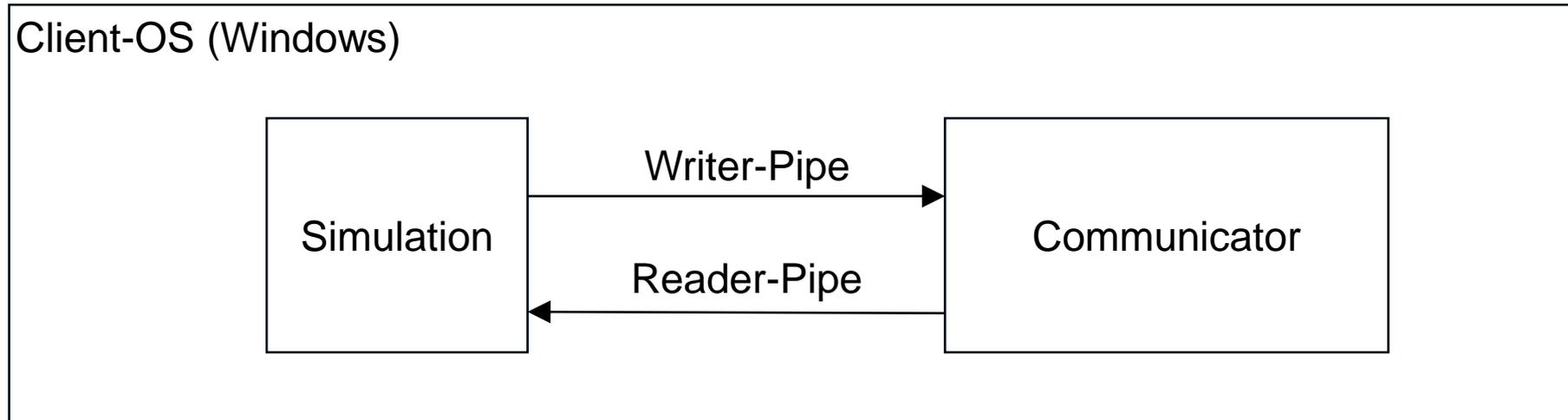
- Funktionsblock in Dymola, Steuerung des Kinematik-Modells
- Funktionsblock mit Modelica-Code ergänzt, ruft C-Funktion auf
- C-Funktion extern, um aus dem Funktionsumfang von Modelica auszurechnen
- C-Funktion wird zum Simulationsmodell hinzukompiliert



```
Modelica Editor
RealTwinConnector_MainModel
'Real Twin Connector'.RealTwinConnector_MainModel

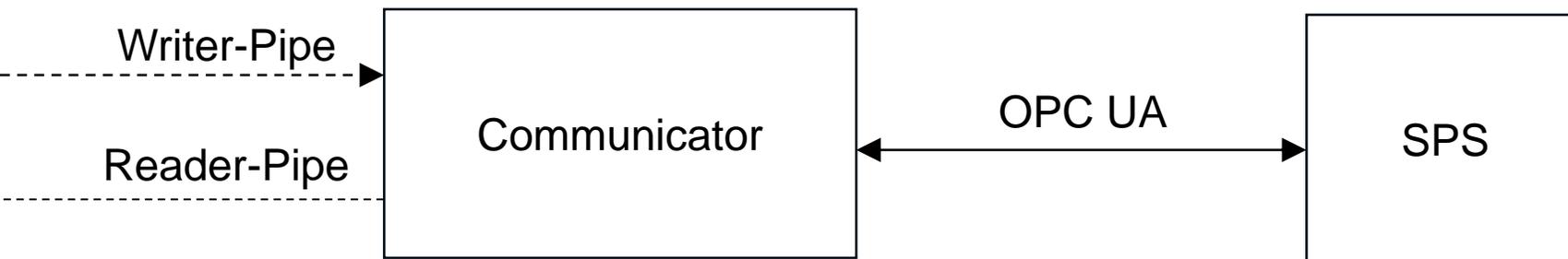
model RealTwinConnector_MainModel
  extends RealTwinInterface ;
  OPC_UA_Interface.NamedPipesUniversal.NamedPipeReader_Universal
  namedPipeReader_Universal ;
  OPC_UA_Interface.NamedPipesUniversal.Terminator_Block_REAL
  terminator_Block_REAL(n=7) ;
  replaceable OPC_UA_Interface.NamedPipesUniversal.Terminator_Block_INT
  terminator_Block_INT(n=10) ;
  replaceable OPC_UA_Interface.NamedPipesUniversal.Terminator_Block_BOOL
  terminator_Block_BOOL(n=20) ;
  OPC_UA_Interface.NamedPipesUniversal.NamedPipeWriter_Universal
  namedPipeWriter_Universal
  ;
  Modelica.Blocks.Sources.BooleanExpression booleanExpression
  ;
  Modelica.Blocks.Sources.RealExpression realExpression1(y=0.0) ;
  Modelica.Blocks.Sources.IntegerExpression integerExpression1(y=0) ;
equation
  ;
end RealTwinConnector_MainModel;
```

- Erläuterung zu ②
 - Named Pipe* zur externen Verbindung mit dem Funktionsblock
 - Verbindung zum Kommunikations-Master (C# Programm)

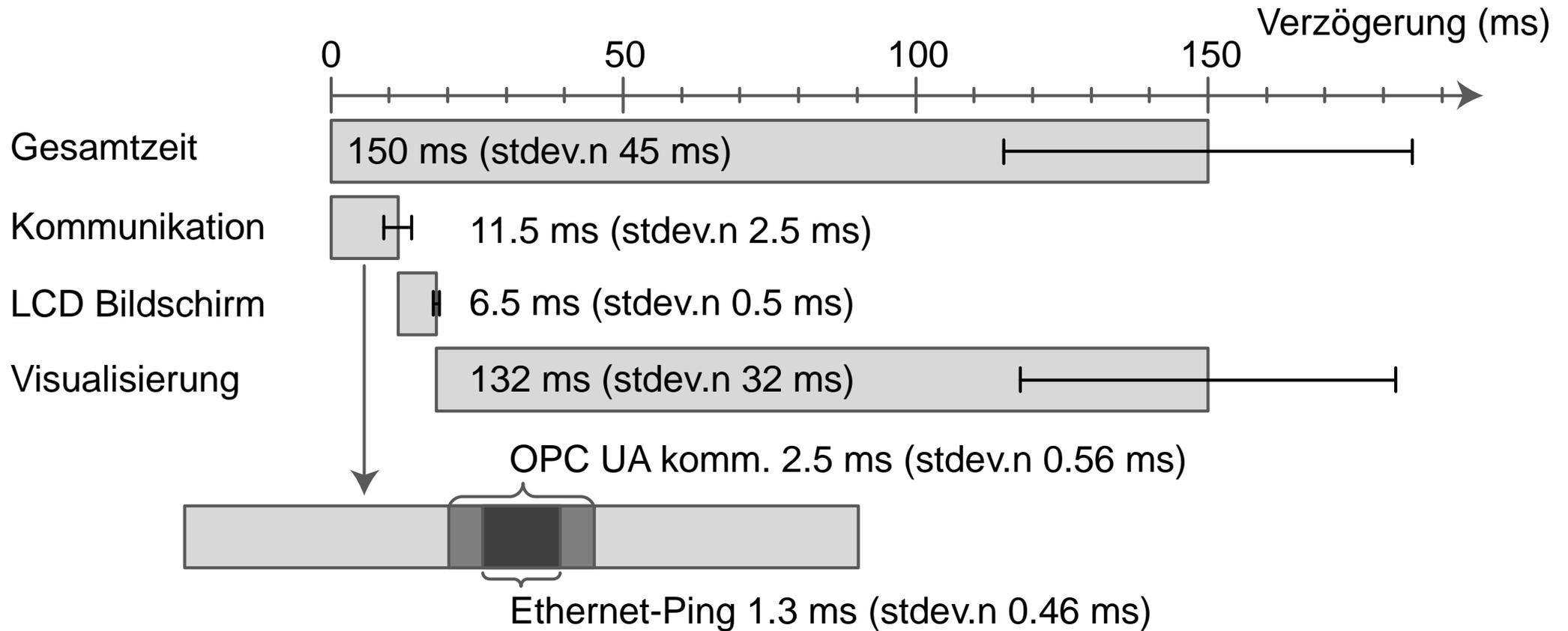


*Anwendungsprogrammierschnittstelle (API) für die bidirektionale Interprozesskommunikation (IPC)

- Erläuterung zu ③
 - Communicator in C#
 - Look-Up-Table für Werte und Kommandos



Performance des Frameworks Digitaler Zwilling



- Applikationen
 - Forschung & Lehre
 - SPP, Smart Products and Production
 - ADE, Advanced Digital Engineering
 - Veröffentlichung an der PLM Conference 2024, Bangkok, Thailand
 - Demonstrationen
 - Pick-and-Place System
 - Störungsfälle erkennen (z.B. Riemenspannung)
 - Kinematische Simulation und Ausführung
 - ...
 - Industrie
 - Anwendungsprojekte für Digitale Zwilling
 - Innosuisse-Projekte angestrebt
- Ausblick, Weiterentwicklung
 - Dissemination der aktuellen Resultate
 - Weiterentwicklung, z.B.
 - User Interface via Augmented Reality (AR)
 - Remote Support/Access
 - Etablieren eines Demonstrators für die Lehre an Fachhochschulen, z.B.
 - MBSE, Model Based System Engineering
 - Simulationen, Dymola
 - Grundmethoden für das Varianten- und Komplexitätsmanagements
 - Grundkonzepte für den 3D-Master-Ansatz und den Digital Thread



Zusammenfassung

- Universelle, bidirektionale Echtzeitkommunikation zwischen einem **Realen** und **Digitalen Zwilling**
- Ausgezeichnete Performance
 - 11.5 ms Zykluszeit der Kommunikation
 - 150 ms inkl. der Reaktionszeiten
- Bereits für die Anwendung und Nutzung in
 - Lehre
 - Forschung
 - Industrie

