

## Innovative Lösung zur verteilten Automation

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPSen, PLCs) sind klassische Automatisierungsgeräte, für die ein breites Programmier-Know-How existiert. Soft-SPSen, die die Ausführung der Automatisierungsanwendung auf handelsüblichen Rechnern erlauben, finden zunehmende Verbreitung. Allerdings ist eine Störung der Automatisierungsanwendung durch andere Anwendungen auf demselben Rechner in der Regel nicht ausgeschlossen. Dezentrale Automatisierungslösungen basieren derzeit auf Remote I/O über verschiedenste Feldbusse und Ethernet-Varianten und erlauben einen zeitlich unkoordinierten asynchronen Betrieb mehrerer SPSen, die anwendungsbezogene Prozessvariablen über expliziten

Nachrichtenaustausch untereinander kommunizieren. Hierdurch sind zeitliche Ende-zu-Ende-Zusicherungen nahezu unmöglich, und der Verlust kausaler Ordnungsbeziehungen zwischen beobachteten Ereignissen ist nicht ausgeschlossen.

## Projektziele und Ergebnisse

Technisches Ziel des Projekts μDiSoLo war die Entwicklung einer Soft-SPS-Laufzeitumgebung für das Mikrokern-basierte Echtzeitbetriebssystem PikeOS der SYSGO AG mit besonderer Berücksichtigung von Anforderungen verteilter, kooperativ arbeitender SPSen. Die Lösung erlaubt die Verwendung der weit verbreiteten CoDeSys-Entwicklungsumgebung und erfordert damit kein neues Engineering-Know-how, besitzt aber Alleinstellungsmerkmale bzgl.

- gleichzeitiger Nutzbarkeit der Hardware durch andere Embedded-Anwendungen bei gesicherter Nichtstörbarkeit der SPS-Umgebung,
- der Verbreitung der Prozessvariablen im QoS-gesicherten Netzwerkbetrieb auf Basis eines Datenverteildienstes mit standardisierten Schnittstellen sowie
- neuartiger Synchronisations- und Datenkonsistenzigenschaften durch netzweite Zeitsynchronisation.

SYSGO erweitert damit ihr Produktspektrum um ein innovatives Produkt für die verteilte Automation. Das in der Fachhochschule Wiesbaden entwickelte Know-How ist auch für andere Unternehmen mit Bezug zur verteilten Automation nutzbar.



Fachhochschule Wiesbaden  
University of Applied Sciences

Prof. Dr. Reinhold Kröger, kroeger@informatik.fh-wiesbaden.de  
Dipl.-Inform. (FH) Kai Beckmann, Dipl.-Inform. (FH) Marc Bommert,  
Dipl.-Inform. (FH) Markus Fischer, Dipl.-Inform. (FH) Tanjeff Moos

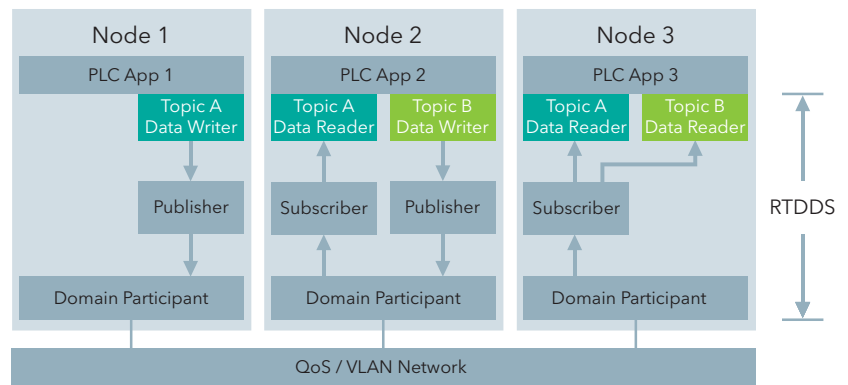
Fachhochschule Wiesbaden, Labor für Verteilte Systeme, FB DCSM - Informatik  
Telefon 0611 9495-207, www.informatik.fh-wiesbaden.de

### Kooperationspartner:

SYSGO AG, Klein-Winternheim  
FH Wiesbaden als Forschungspartner in PRO INNO II Projekt μDiSoLo

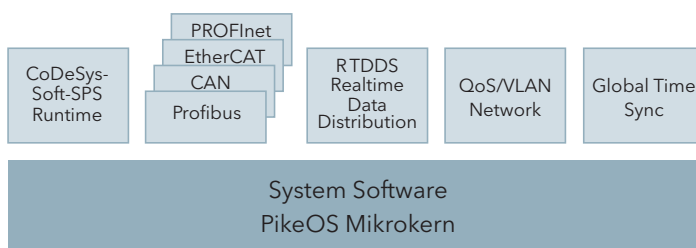
## Technische Eigenschaften

- CoDeSys Soft-SPS Runtime als Virtuelle Maschine auf PikeOS
- Vielfältige Feldbus-Anbindungen: Profibus, CAN, EtherCAT, PROFINet
- QoS/VLAN-basiertes Ethernet-Netzwerk-Subsystem
- Realtime Data Distribution Service RTDDS entsprechend OMG DDS-Standard
- Globale Zeit auf Basis des IEEE 1588 Precision Time Protocol (PTP)
- Synchroner Betrieb der Soft-SPSen auf Basis globaler Zeit
- Garantie der kausalen Ordnung von Ereignissen



## Architektur eines µDiSoLo-Knotens

Die Architektur basiert auf den virtuellen Maschinen (VMs) von PikeOS. Dabei handelt es sich um voneinander unabhängige, gegeneinander geschützte Umgebungen, die eine unkontrollierte Fehlerausbreitung über ihre Grenzen hinweg verhindern. In einer PikeOS VM läuft auf jedem Knoten die CoDeSys Soft-SPS. Dabei stellt der Scheduler von PikeOS sicher, dass die Soft-SPS (wie auch jede andere VM) unter allen Umständen die ihr zugesicherte Rechenzeit erhält. Ungenutzte Rechenzeit steht zur Nutzung in anderen VMs (z. B. zur Prozessvisualisierung unter Linux) zur Verfügung.



## Datenverteildienst RTDDS

Kern des verteilten Betriebs ist der Realtime Data Distribution Service (RTDDS). Er stellt einen verteilten, echtzeitfähigen Publisher/Subscriber-organisierten Datenverteildienst entsprechend dem OMG DDS-Standard dar. Dieser wird hier für den Austausch von typisierten Prozessvariablen zwischen den SPSen verwendet, die dadurch für die Soft-SPS als globale, netzwerkweit verfügbare Größen, vergleichbar zu lokalen I/O-Werten, erscheinen. Der RTDDS bedient sich des QoS/VLAN-Subsystems für die Netzwerkkommunikation, das Quality-of-Service und Virtual LANs über Ethernet unterstützt. Beide Subsysteme sind über die Soft-SPS-Anwendung hinaus breiter einsetzbar.

## Globale Zeit und synchronisierter SPS-Betrieb

Das Sync-Subsystem stellt auf Basis des als IEEE 1588 standardisierten Precision Time Protocol (PTP) eine hochgenaue globale Zeitbasis bereit. Während in bisherigen verteilten Automatisierungsumgebungen die einzelnen Knoten asynchron zueinander laufen und damit kausale Abhängigkeiten u.U. falsch wiedergegeben werden, erlaubt das Sync-Subsystem eine enge zeitliche Synchronisation zwischen den Scheduling-Entscheidungen auf den verschiedenen Knoten. Hierdurch kann z. B. ein netzweites Coscheduling der jeweiligen SPS-Laufzeitumgebungen und darauf basierend ein konsistentes globales Prozessabbild erreicht werden. Die verteilte Soft-SPS kann damit als eine einzige räumlich verteilte, zeitlich synchron arbeitende „große Maschine“ aufgefasst werden, in der die einzelnen Steuerungen konzertiert agieren.

## A Microkernel-Based Distributed Soft-PLC

Main goal of the project was the development of a Soft-PLC runtime system for PikeOS with emphasis on supporting the requirements of distributed cooperatively working PLCs. PikeOS is a microkernel-based realtime operating system from SYSGO AG supporting virtual machines. The developed solution

allows to use the popular CoDeSys development environment thus not requiring any new engineering know-how. At the same time it offers unique features with respect to: (1) using the same hardware by other embedded applications but ensuring the non-interference with the PLC-system, (2) dissemination

of the process variables by a publish/subscribe data distribution service with standardised interfaces on top of a QoS/VLAN-based network service, and (3) novel synchronisation and data consistency properties based on global time according to the precision time protocol PTP.