

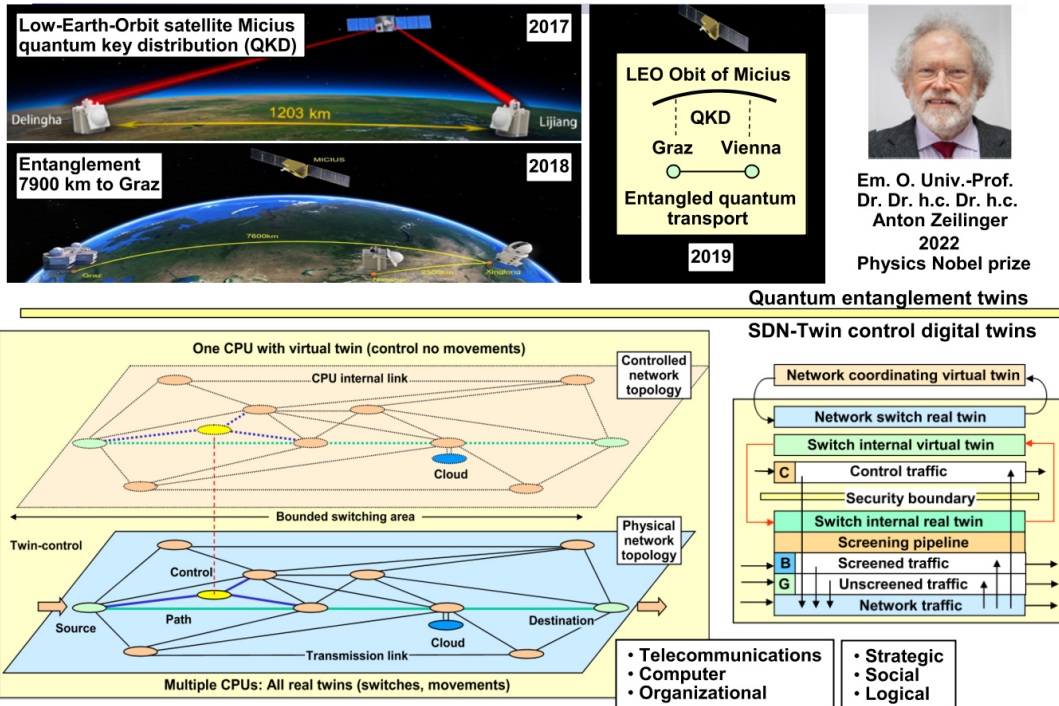
Präsentation auf Deutsch: Im Hörsaal oder live-streaming  
<https://live.video.tuwien.ac.at/room/cdeg13/player.html>

Dienstag 29. November 2022,  
 18.15 - 20:00h im Hörsaal EI 7  
 Gußhausstraße 25-27, 1040 Wien

## Software definierte Vernetzung und das Wunder der digitalen Zwillinge in jedem System

Em. O.Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Harmen R. van As

SDN-Twin Lectures: web browser [tu wien tiss 389.209 sdn-twin](https://tuwien.tiss.389.209.sdn-twin)



### Quantenverschränkungszwillinge und SDN-Twin mit Regelung durch digitale Zwillinge.

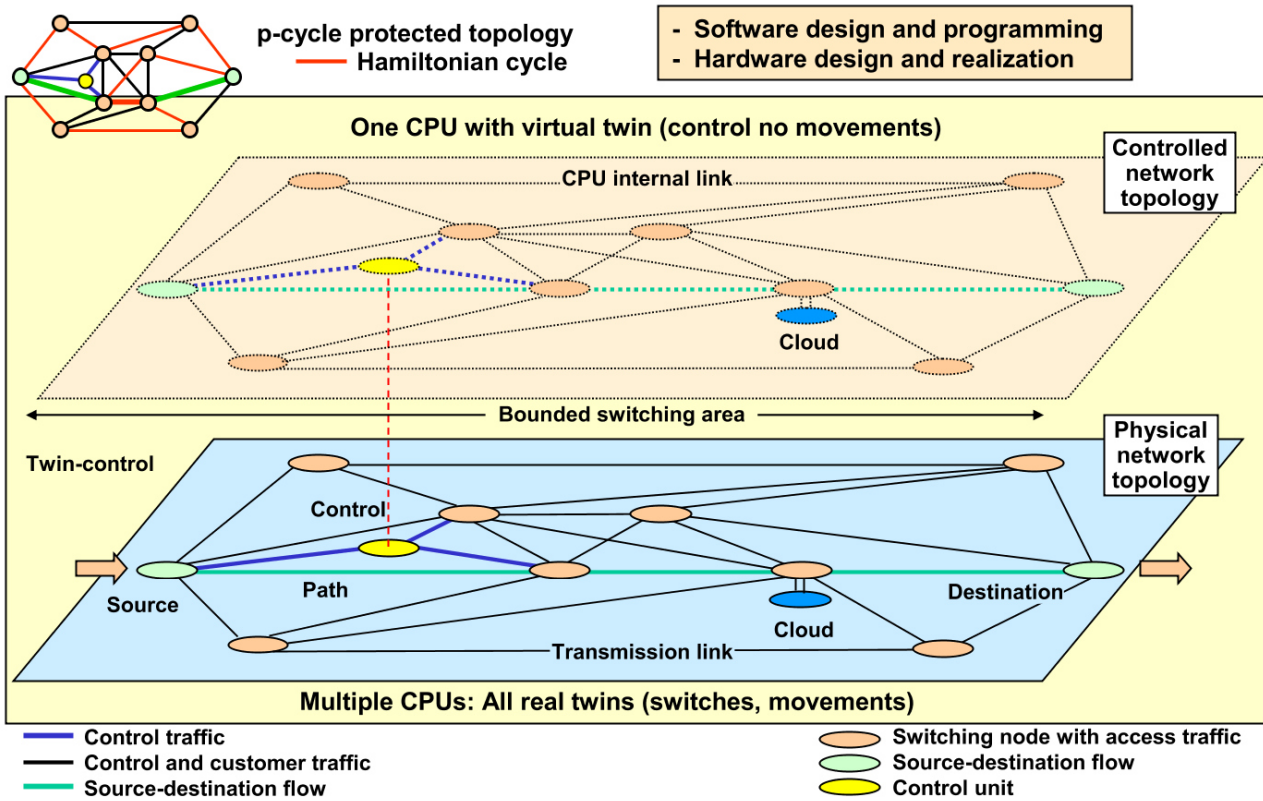
Das Thema "SDN-Twin: Software definierte Vernetzung mit digitalen Zwillingen" ist nun um eine Facette reicher geworden. Hier gibt es eine Gemeinsamkeit mit den Quanten Twins vom Kollege Em.O.Univ.Prof. Anton Zeilinger, der gerade den Nobelpreis für Physik 2022 bekommen hat. Quanten verschränkte Zwillinge und regelungs-orientierte digitale Zwillinge ermöglichen in gewissermaßen denselben Effekt, nämlich eine Zustandsbindung. Die verschränkte Bindung mit zwei exakten Zuständen ist "hard", also starr und exakt, bei digitalen Zwillingen für Verbindungen von cyber-physischen Welten mit Rechnersystemen ist "soft", aber durch die Zustandsinformationen aus der wirklichen Welt kann eine Modelwelt kontinuierlich seine Parameter adaptieren um zu erreichen, dass alle relevanten Zuständen nur in einer mathematisch bestimmten Fehlerbereich von einander abweichen. Quanten verschränkte Zwillinge sind die Basis für hochsichere Verschlüsselungsverfahren. Digitale Zwillinge und deren Regelung sind vergleichbar mit Sinnesorganen, die kommunizieren mit dem zentralen Gehirn. SDN-Twin als Netz ermöglicht einerseits die Vernetzung aller Zwillingspaaren von cyber-physischen Welten zum zentralen Koordinationssystem und gleichzeitig garantiert SDN-Twin, dass alle Kundendatenströme mit höchsten Qualitätsmerkmalen durch das Netz gelotst werden und das auch kontinuierlich operativ transparent verifiziert wird. Die Bezeichnung "cyber-physical" Welt impliziert schon das eine reale Welt durch eine digitale Abbildung als reale Zwilling mit einer virtuellen Zwilling in einem Rechnersystem in beiden Richtungen kommunizieren kann.

**A historical milestone in lifetime-stable computer-based planning, design and realization of a network traffic-control system for arbitrary business purposes that automatically becomes the real physical network with full transparency, thus, providing continuous verifiability of performance and service quality and intrinsically enabling further network or operational strategic extensions.**

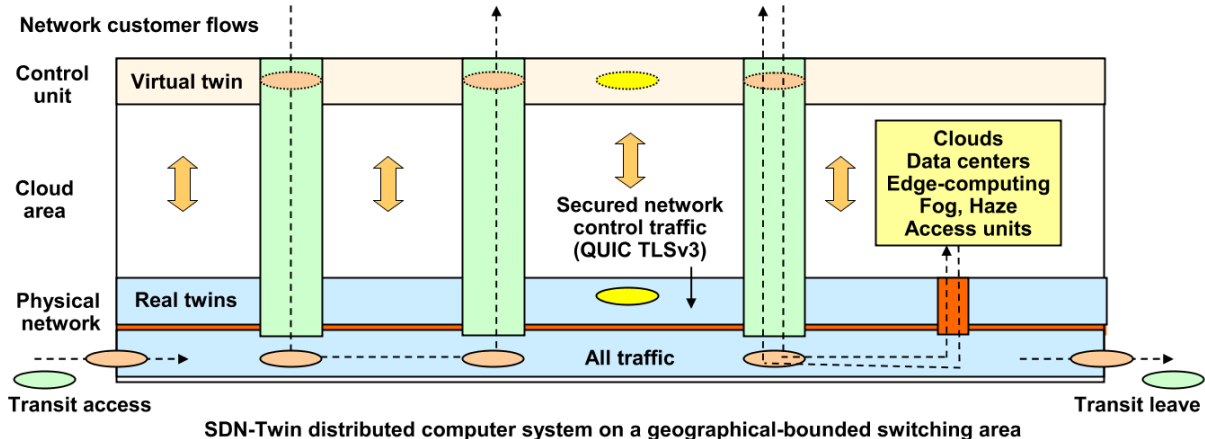
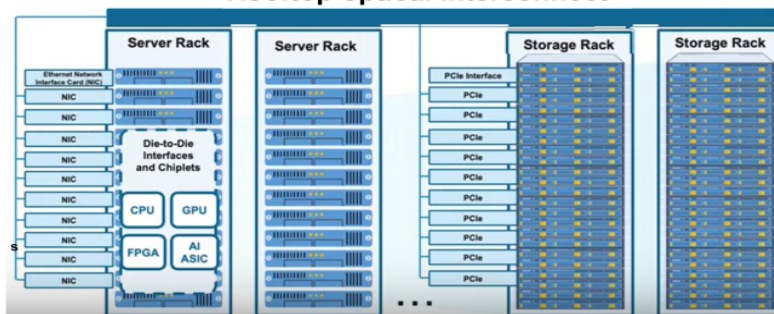
**Zwillinge:** Alle Lebewesen können als Zwillingssystem betrachtet werden, wenn ein Echtzeit-Kommunikationssystem vorhanden ist, um zwei gekoppelte Visionen der Realität zu erhalten. Bei Beschränkung auf Menschen ist die eine Sicht virtuell und im physischen Gehirn realisiert, die andere Sicht ist das Netz und im physischen Körper realisiert mit Sinnesorganen (Augen, Ohren, Geschmack, Geruch, Haut, Schmerz), die durch das vegetative Nervensystem miteinander verbunden sind.

**In SDN-Twin Netzen** liefern alle realen Zwillinge innerhalb des physischen Netzes reale Status Informationen an das koordinierende virtuelle Zwillingnetzmodell mit derselben Topologie, die seine Netz Wahrnehmung anpasst. Das bedeutet, dass alle Netzzustände im Modell und in der Realität immer um eine mathematisch berechenbare Differenz als überschaubare Toleranzgrenze voneinander abweichen. Basierend auf diesen Informationen kann der virtuelle Koordinationszwilling entscheiden, physische Netzänderungen auszulösen oder nicht.

**Das Wunder in SDN-Twin** ist der äußerst effektive Ausgleichsmechanismus und gilt für jedes digitale Zwillingssystem.



**Rooftop optical interconnect**

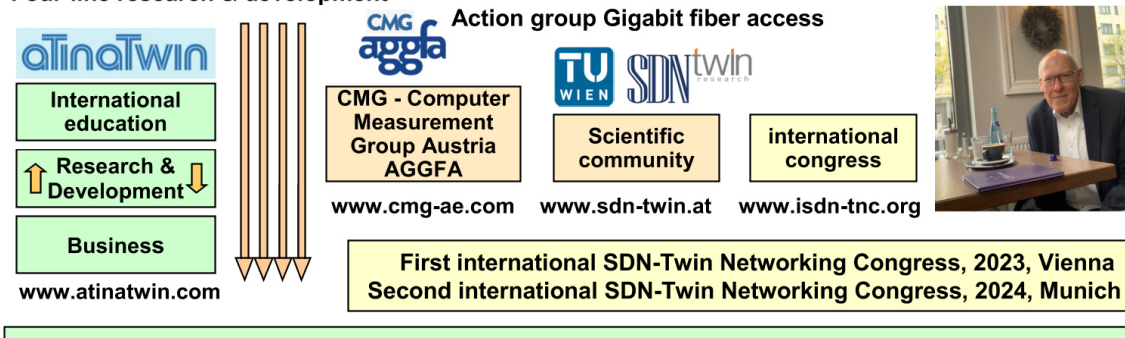


# Die Wunderwelt der SDN-Twin digitale Zwillinge in Software definierter Vernetzung

Mein Name ist SDN-Twin. Wir Zwillingspaare heißen alle so, deshalb hat jeder ein Kurzname mit Netznummer, Aufgabe und Identität. Unser vollständiger Name ist Software definiertes Netz mit digitalen Zwillingen, aber das ist sehr lang und kompliziert zu merken. Wir wollen nicht von Fremden angesprochen werden und deshalb verwenden wir verschlüsselte Kurznamen, die regelmäßig geändert werden. Dadurch fühlen wir uns wohl und geschützt. Wir wohnen in einem geografisch begrenzten, verteilten Rechnersystem mit einem eingebauten physischen Netz und mit integrierten peering-points und ganze Cloud-Hierarchien mit Rechenzentren und Einheiten wie edge-computing, fog, haze. Damit wird man Hyperscaler und kann man viel verdienen würden uns gesagt. Diese Details sind sicher aufregend, aber wir verstehen nicht viel davon. Wir möchten nur unsere eigenen Aufgaben gut erledigen. Alle sagen wir verbringen ein Wunder. Das wird sicher so sein. Wir sind glücklich in einer großen Rechnerschlossanlage mit Netzpark arbeiten zu können. Wir haben gehört, in den heutigen Netzen sind Rechner in Vermittlungssystemen eingebaut, die eigenständig und ohne enge Koordination deren Routen selbst bestimmen. Das wäre für uns zu komplex, zu aufwendig und zu ineffizient. Das können nur regelmäßig zertifizierte Experten erledigen. Dort würden wir sofort kündigen. Wir möchten eine einfache Aufgaben haben, einmal trainiert und dann sich Lebenslang auskennen. Das Ziel ist ja das man mit sein Netz aufwächst und seine Stärke und Schwäche erkennen kann, um besser zu werden. Wir Zwillinge wissen wie es funktioniert. Viele Branchen wissen das. Wir existieren eigentlich bis jetzt nur auf Papier und sind derzeit nur ein Projekt, das im Prinzip sofort mit wohl bekannte Methoden und Mechanismen sowie modernen Soft- und Hardware realisiert werden könnte. Alle physischen Komponenten sind auch vorhanden. Wir brauchen für unsere Hardware diverse Prozessor Chips CPU/GPU/DPU und verschiedenen Speichertypen. Die Übertragung ist durch alle übliche Verfahren abgedeckt. Die Softwareimplementierung basiert auf modernen Trends wie PCIe, CXL, NVMe, CUDA und RoCE. Damit wäre ein SDN-Twin Netz rasch aufgebaut. Diese Methoden und Technologien sind ausgereift. Dann könnten wir SDN-Twin Zwillinge unsere Arbeit in einem Netz mit maßgeschneidertem Anforderungsprofil endlich aufnehmen und könnten wir mit unseren eintrainierten Vorbereitungen demonstrieren, wie genau die voraus gesagten Qualitätsmerkmale des Netzes tatsächlich erfüllt sind. Das ist unsere Stärke. Wir wissen das aus anderen Geschäftsbereichen.

Nun noch einige Einsichten in unseren Arbeitsbereichen. Die Aufgabe als Koordinationszwilling ist zum Beispiel, die Zustellung von Datenpaketen in einer Netzinfrastruktur, in der alle verfügbaren Routen bekannt sind, zu organisieren. Um erfolgreich zu sein, wird meine beste intrinsische Eigenschaft ausgespielt und das sind zwei geschlossene Kreisläufe zwischen virtuell und real, oder mit anderen Worten zwischen logischer Software und physischer Hardware. Meine Netzschleife befindet sich zwischen meinem virtuellen Koordinationszwilling und all meinen realen Netzvermittlungszwillingen, die sich in einem geografisch begrenzten Vermittlungsgebiet befinden. Seine Größe hängt von der Verarbeitungsdichte ab. Zur Erweiterung meines Einsatzgebietes helfen andere SDN-Twins durch Verkettung mit. Somit kann ein großes zellular zusammengesetztes SDN-Twin Netz erstellt werden.

## Four-line research & development



**SDN-Twin ist das Ergebnis von 60 Jahren Erfahrung** in der Telekommunikationsentwicklung (9), industrieller Computorforschung (12) und Universitätsaktivitäten in verschiedenen Positionen (39). Mit anderen Worten, die Telekommunikation in allen Aspekten einschließlich Standardisierungen zusammen mit allen Fragen der Informatik und der relevanten Mathematik waren kontinuierlich Themen von Interesse, sowohl bei Hardware- als auch bei Software-Realisierungen. Jetzt ist es an der Zeit, dieses Wissen zu nutzen, um eine Netztechnologie für alle zu initiieren, die daran interessiert sind, ihr eigenes Netz zu entwerfen und aus dem Wunder des digitalen Zwillinges zu lernen, was verbessert werden sollte.

- SDN-Twin networks (telecommunications, computer, organizational, strategic, social, logical)
- SDN-Twin clouds (datacenter as well as edge, fog and haze computing units for Internet-of-things)
- SDN-Twin network cloud routing
- SDN-Twin access systems and devices
- Communication systems between digital and cyber-physical twins
- Visualization of SDN-Twin models and cyber-physical worlds
- Real-time communication over packet-oriented networks
- Real-time simulation of mathematical models, algorithms and methods with all their dynamics

