

VR-Enhanced Wireless Safety E-Stop System

H. Beuster, T.R. Doebbert, Y. Teiken, G. Scholl

Motivation

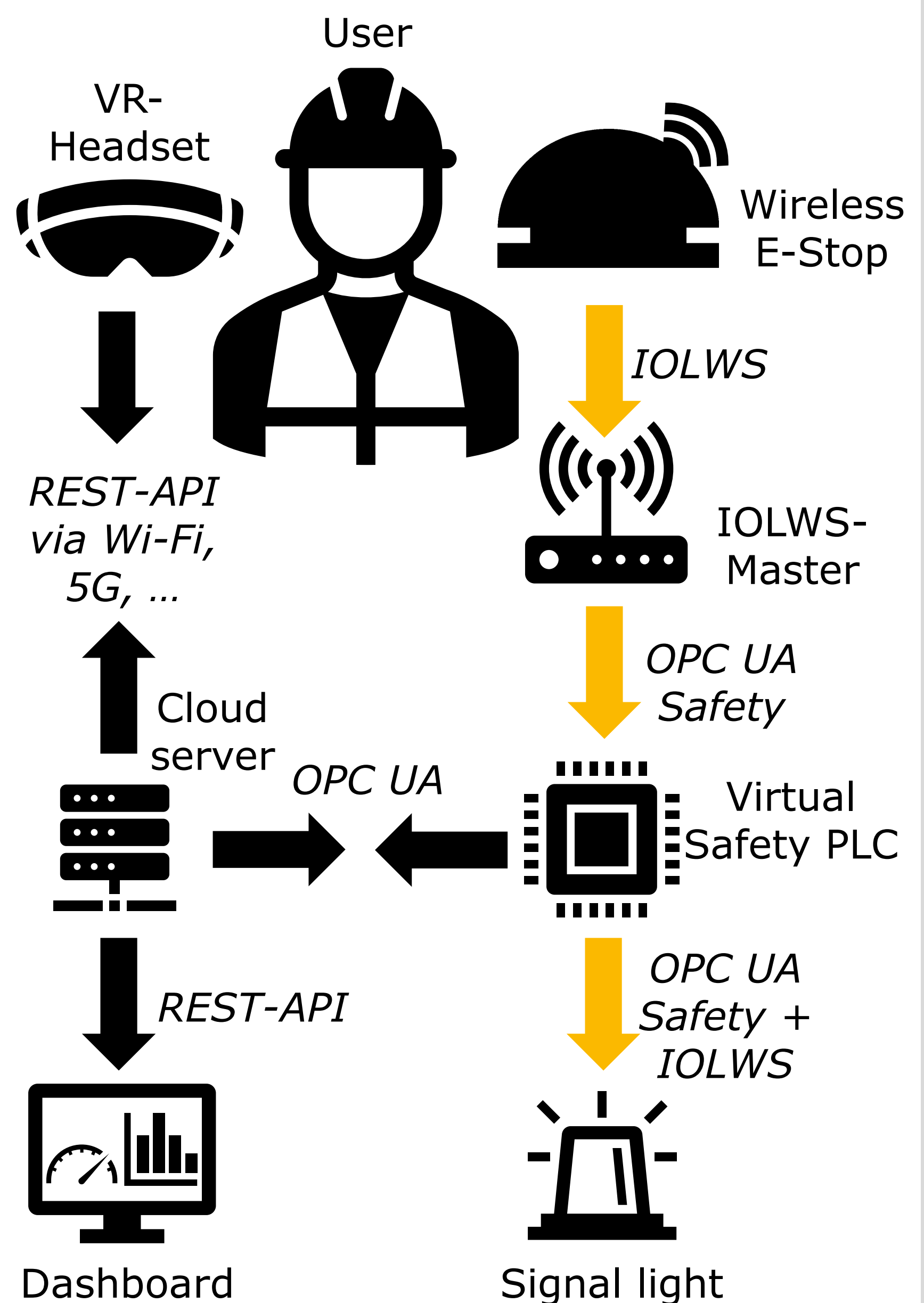
- Traditionelle kabelgebundene Not-Aus-Systeme sind in Flexibilität, Skalierbarkeit und Einsatzfähigkeit in dynamischen Umgebungen begrenzt
- Integration modernster Technologien: IO-Link Wireless Safety (IOLWS), OPC UA Safety und 5G-Kommunikation für zuverlässige drahtlose Sicherheitslösungen
- VR-basierte Visualisierungsplattform ermöglicht immersive Demonstrationen und fördert operatives Verständnis durch Echtzeitüberwachung

Sytemarchitektur

- **Drahtloser Not-Aus-Taster:** IO-Link Wireless Safety mit deterministischer Übertragung von 5 ms und Fehlerwahrscheinlichkeit von 10^{-9} für Paketfehler, inklusive Roaming-Funktionalität
- **IO-Link Wireless Master:** Zentraler Hub für drahtlose Kommunikation, fungiert als Gateway mit OPC UA und Safety-Funktionen
- **Virtuelle Safety SPS:** Verarbeitung sicherheitsrelevanter Daten über OPC UA Safety via privatem (oder öffentlichem) 5G-Campus-Netzwerk
- **VR-Headset und Dashboard:** Immersive technische Demonstration, Visualisierung von Leistungsmetriken wie Latenzen, Antwortzeit, Fehlerraten und Netzwerkdaten

Fazit und Ausblick

- **Erfolgreiche Integration:** Umfassende Verbindung von IOLWS- und OPC UA Safety-Protokollen mit immersiver VR-Visualisierung, Vermeidung physischer Aufbau-Herausforderungen, Kontextualisierung abstrakter Metriken in realistische Fabrikoperationen
- **Deterministische Leistung:** Verifizierte Sicherheitskommunikation mit 50 ms Latenz über privates 5G-Campus-Netzwerk, ca. 100 ms über öffentliche Netzwerke für die komplette Sicherheitskette mit einem SIL 3-konformen Sicherheitskommunikationskanals
- **Zukunftsfähigkeit:** Erweiterbarkeit auf z.B. 6G-Technologien und langfristige Unterstützung der Digitalisierungsstrategie



Mehrwert für die Bundeswehr

Operative Anwendung

- Integration der drahtlosen sicheren Kommunikation in mobile Einsatzumgebungen oder Logistikszenarios, wo herkömmliche kabelgebundene Systeme unpraktikabel sind (vgl. „Digitalisierung Landbasierte Operationen“ D-LBO)
- Zuverlässige Sicherheitslösung für militärische Robotik- und Drohnensysteme

Technologische Vorteile

- Sichere, autarke Kommunikation ohne Abhängigkeit von öffentlicher Infrastruktur durch private 5G-Integration
- Verwendung standardisierter Protokolle zur Interoperabilität mit verschiedenen militärischen Systemen und NATO-Standards
- Integrierte Sicherheitsmechanismen mit Verschlüsselung und Authentifizierung

Wirtschaftliche Effizienz

- VR-basierte Ausbildung reduziert Trainingskosten und Verletzungsrate
- Ressourcenoptimierung durch das Abbilden mehrerer Trainingsszenarien und die Reduktion an spezialisierten Trainingseinrichtungen und Personal
- Schnelle Entwicklung und Test neuer Sicherheitskonzepte ohne kostspielige physische Implementierung (Rapid Prototyping)

Strategische Bedeutung

- Know-How im Bereich drahtloser Sicherheitssysteme zum Erhalt technologischen Souveränität (Innovation Leadership)
- Zukunftsfähigkeit: Das System ist auf 6G-Technologien erweiterbar und unterstützt die langfristige Digitalisierungsstrategie der Bundeswehr



unibw.de



hsu-hh.de



dtecbw.de



Digital Sensor-2-Cloud Campus-Platform



gefördert durch



Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr



Finanziert von der Europäischen Union
NextGenerationEU