

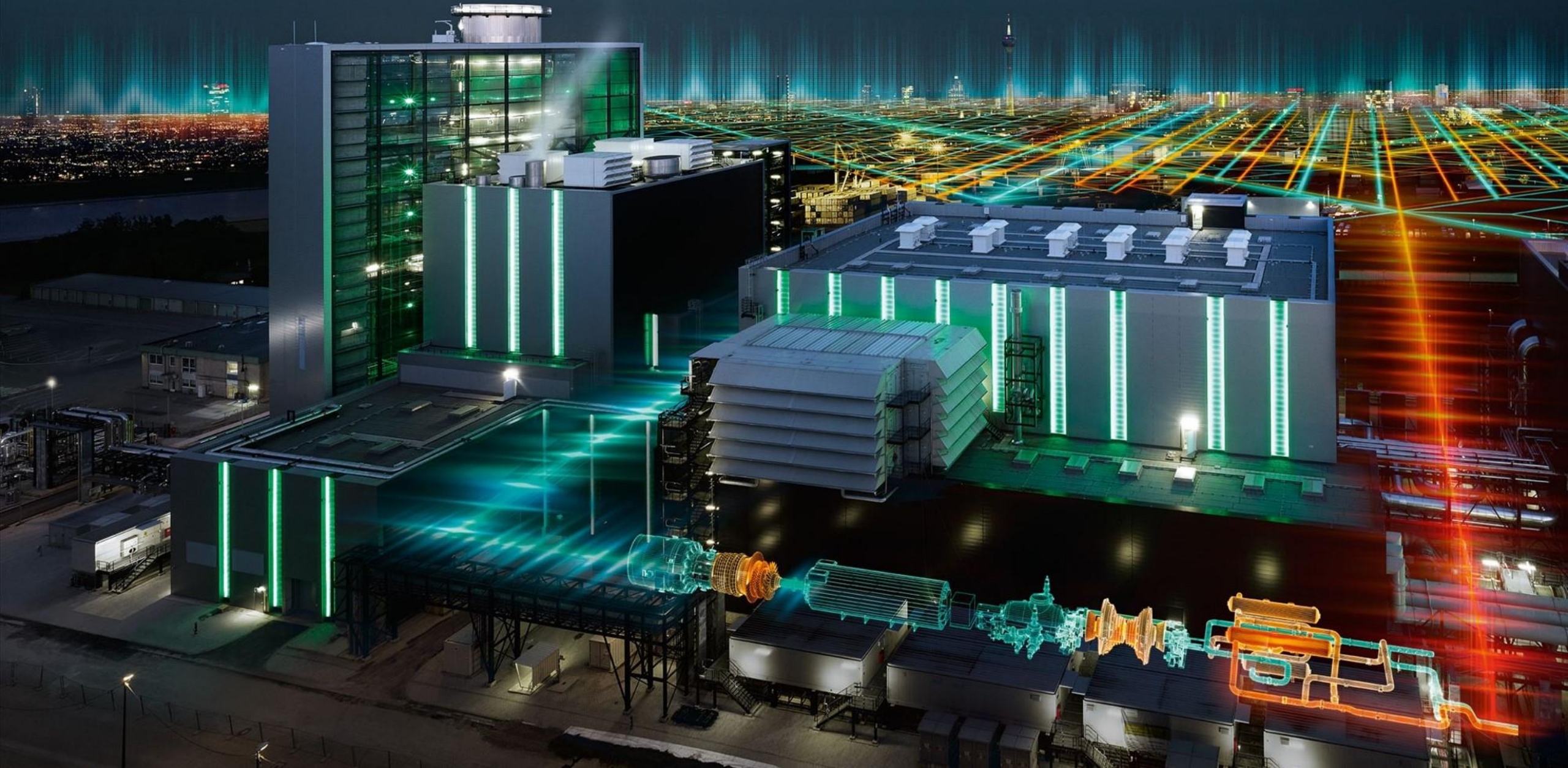


GEMIMEG-II: Die Digitalisierung des Kalibrierwesens

elmug4future, Friedrichroda, 17. & 18.10.2023

Dr. Thomas Engel

Our world gets digitalized everywhere. Why not the calibration ecosystem too? – seamlessly from NMI to local applications



The Project in a Nutshell



Project start: 01.08.2020
Funding budget: 11,2 M€
Total project budget: 17,9 M€
Project duration: 36 months
Project end: 31.07.2023

Project partners: 13
Industry: 8
NMI: PTB
Applied Research: 1
University: 3



Supported by:



on the basis of a decision by the German Bundestag

Benefits from digital calibration certificates

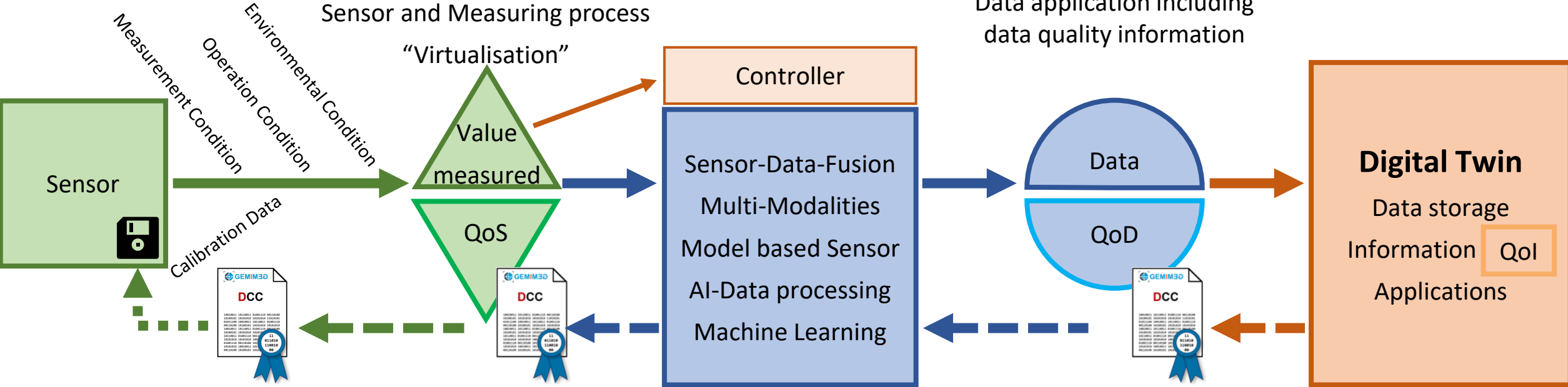
- **Resilience:**
Machine readable and machine interpretable / executable data for efficient processes
- **On the fly:**
Seamless integration of calibration data into existing systems / processes.
- **Compliance:**
Legal security by safe data transfer in signed and authenticated digital calibration certificates
- **Sustainability:**
Digital calibration certificates save resources, cost and reduce CO₂-footprints significantly.
- **Flexibility:**
Internationally unified calibration requirements allow customers a free selection of calibration laboratories and independence from calibration service providers.
- **Interoperability:**
Open-Source-concepts support automated language translation capabilities and well proven solutions on international scale.

GEMIMEG - Concept



Abstraction from specific Sensor and Measuring process

Data application including data quality information



Measurement: values and domain

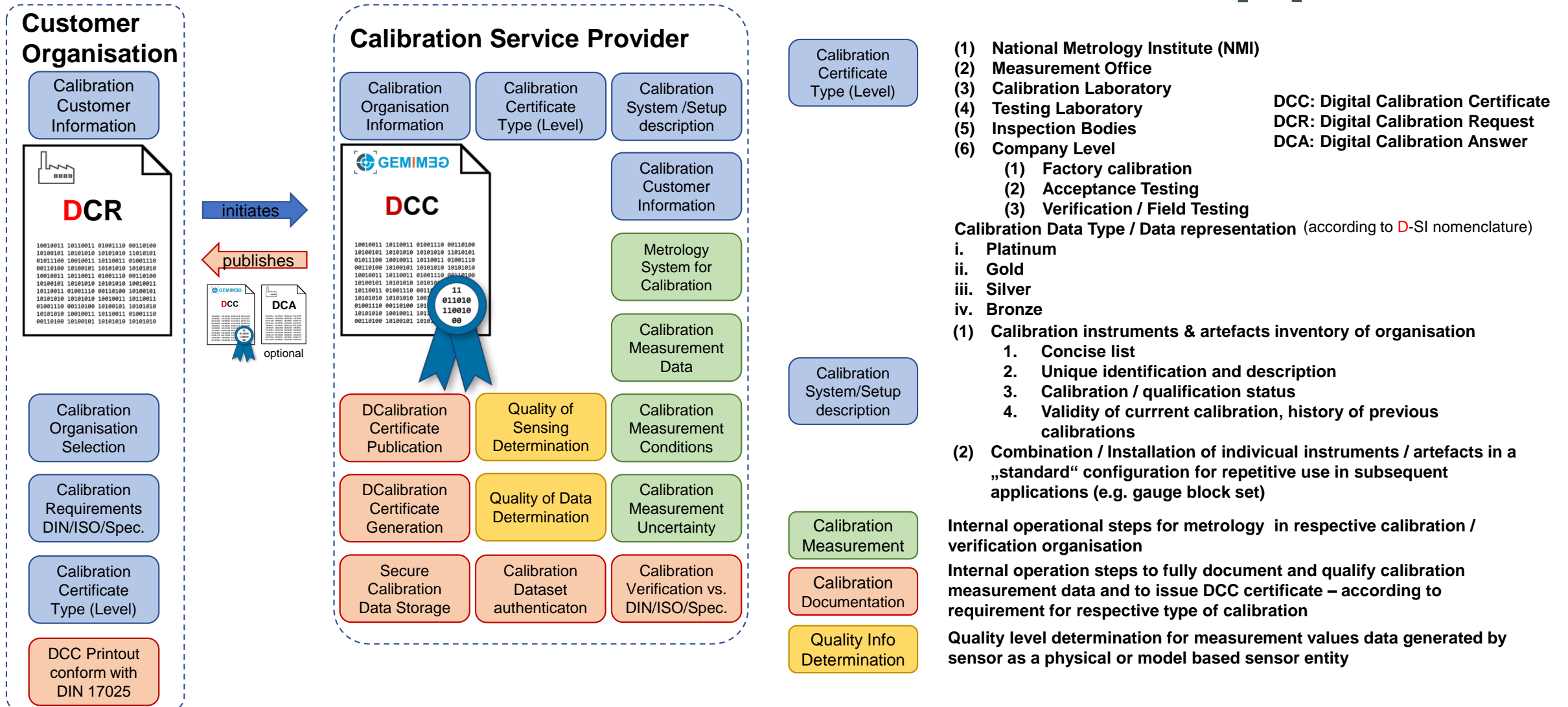
Sensor- and Data Aggregation

Data utilisation

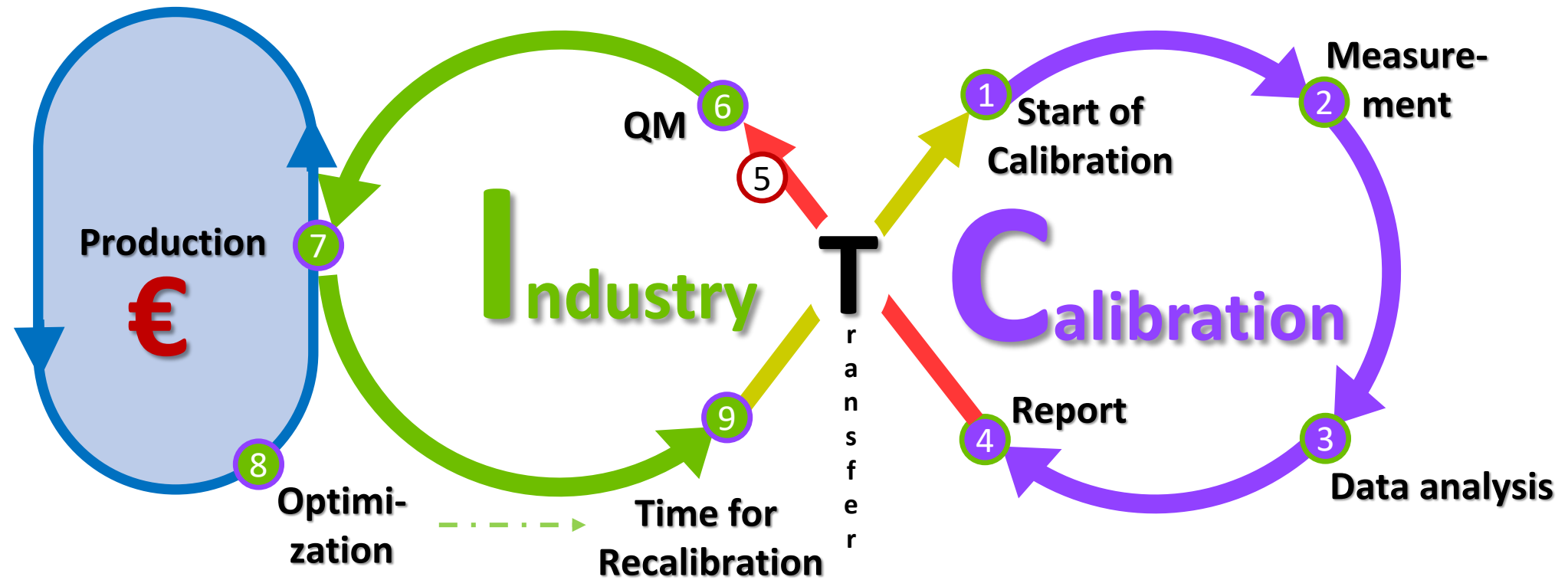
Safe Asset Orchestration

Communication Infrastructure in Fog Architecture

The DCC and its generic components

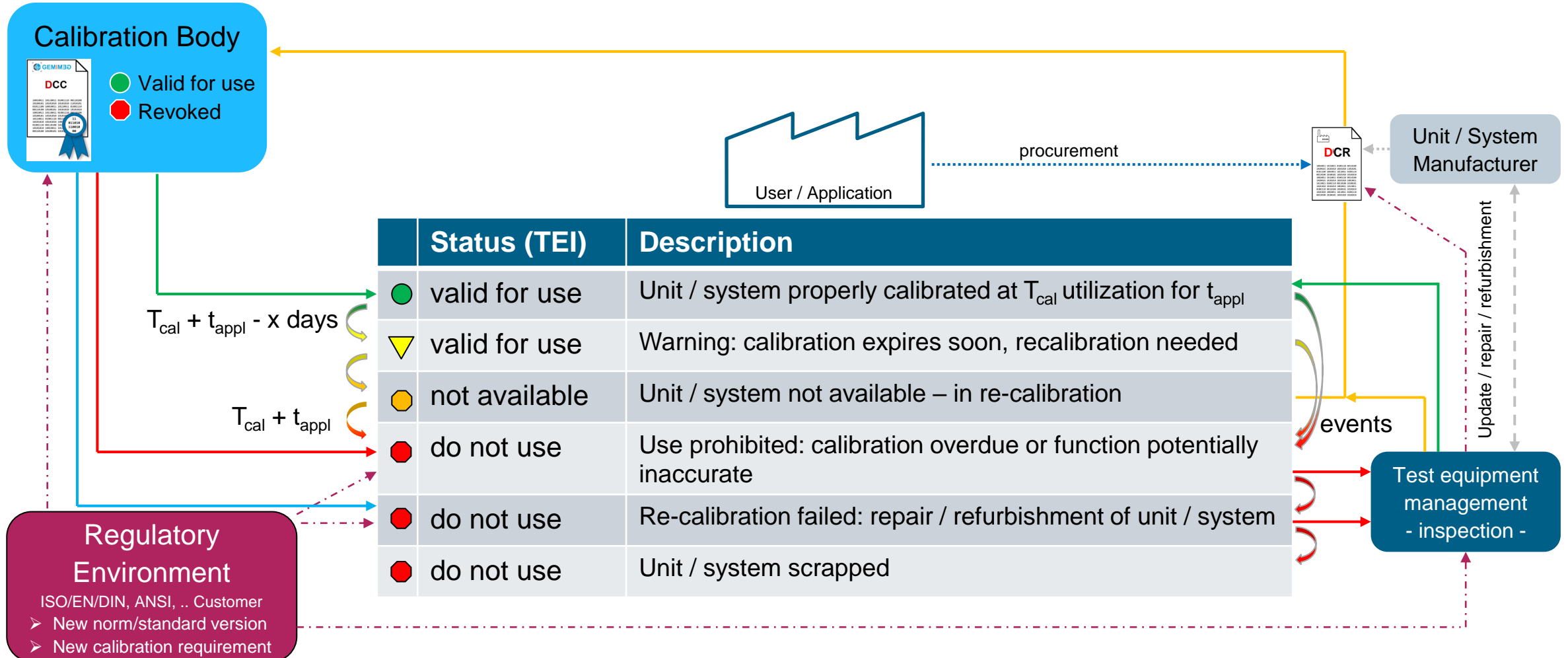


A typical industrial production cycle



**Industry 4.0;
Digital Twin**

Typical System Status for Test Equipment Inventory



Note: usually transition periods apply

UseCase: System integration aspects of industrial products and in entire industrial production systems (fabrication plants)



National Metrology Institute

- Defining constant
- Unit representation
- Primary Artefakt



Incl. Unique ID DCC
ID: Artefakt
ID: Calibration Setup

Calibration Laboratory

- Primary Artefakt
- Secondary Artefakt
- Artefakt standard



Incl. Unique ID DCC
ID: Artefakt
ID: Calibration Setup

Testing Laboratory

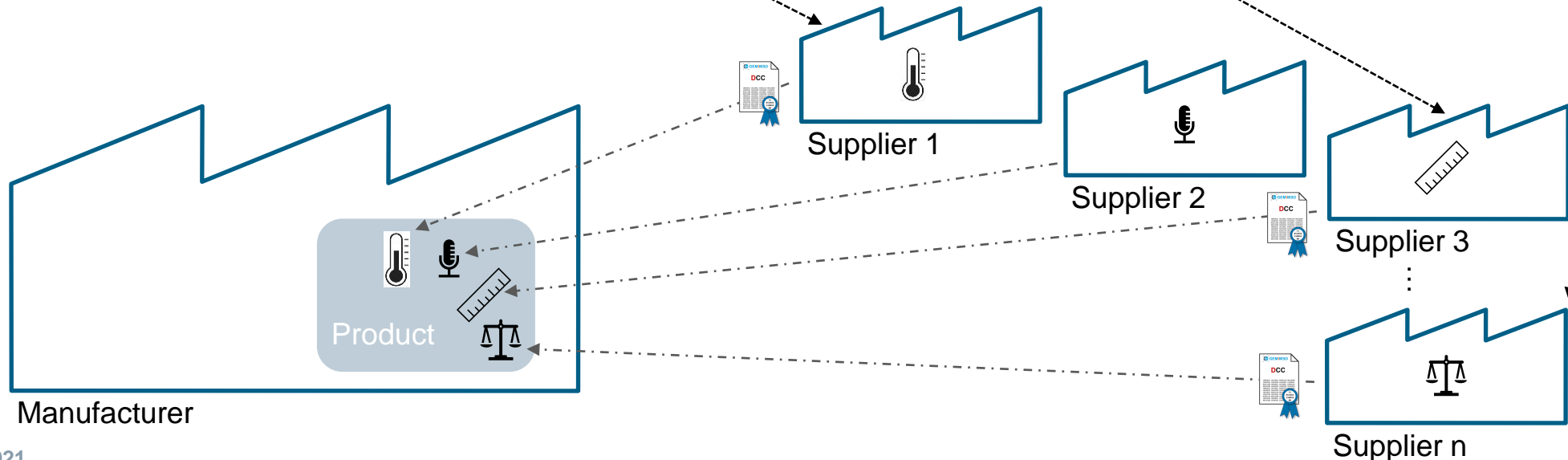
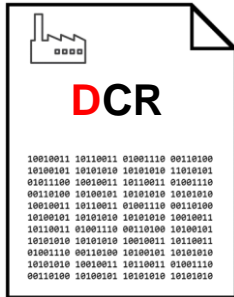
- Secondary Artefakt
- Artefakt standard



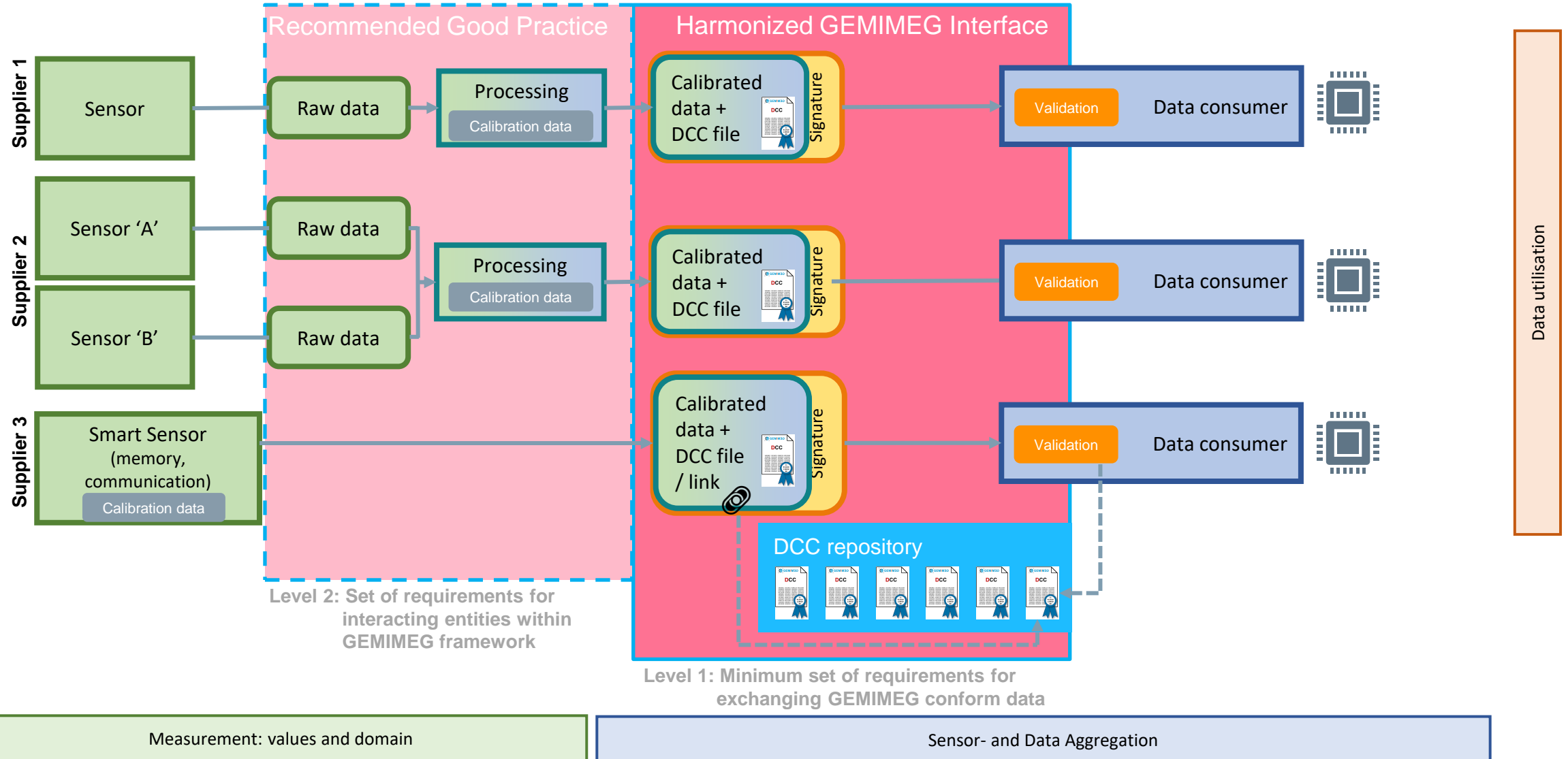
Incl. Unique ID DCC
ID: Artefakt
ID: Calibration Setup

Inspection Body

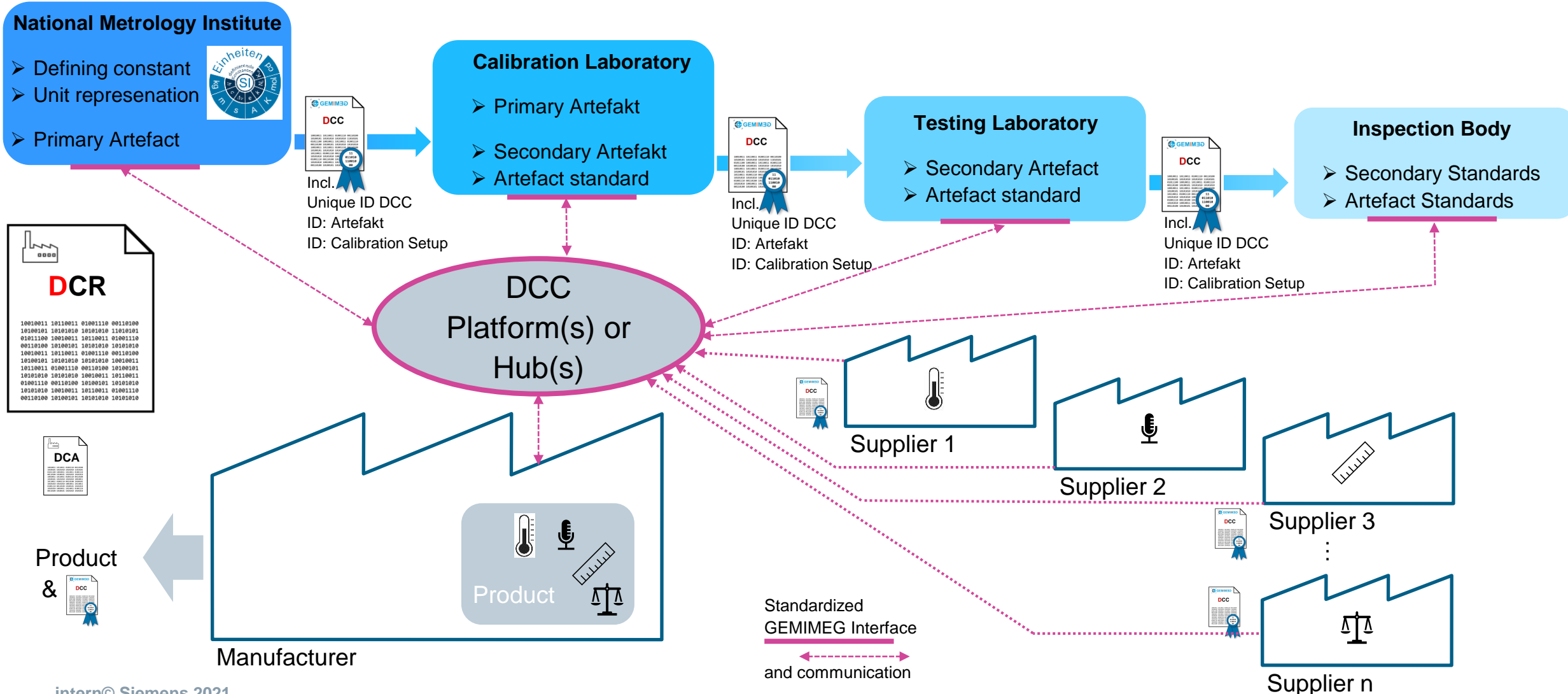
- Secondary Standards
- Artefact Standards



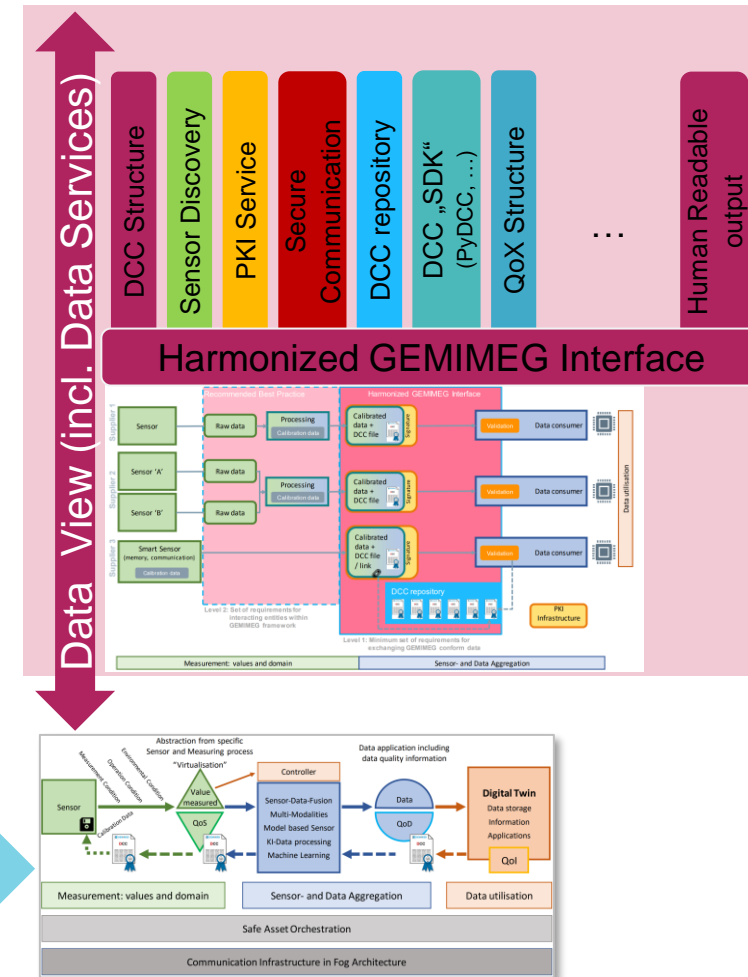
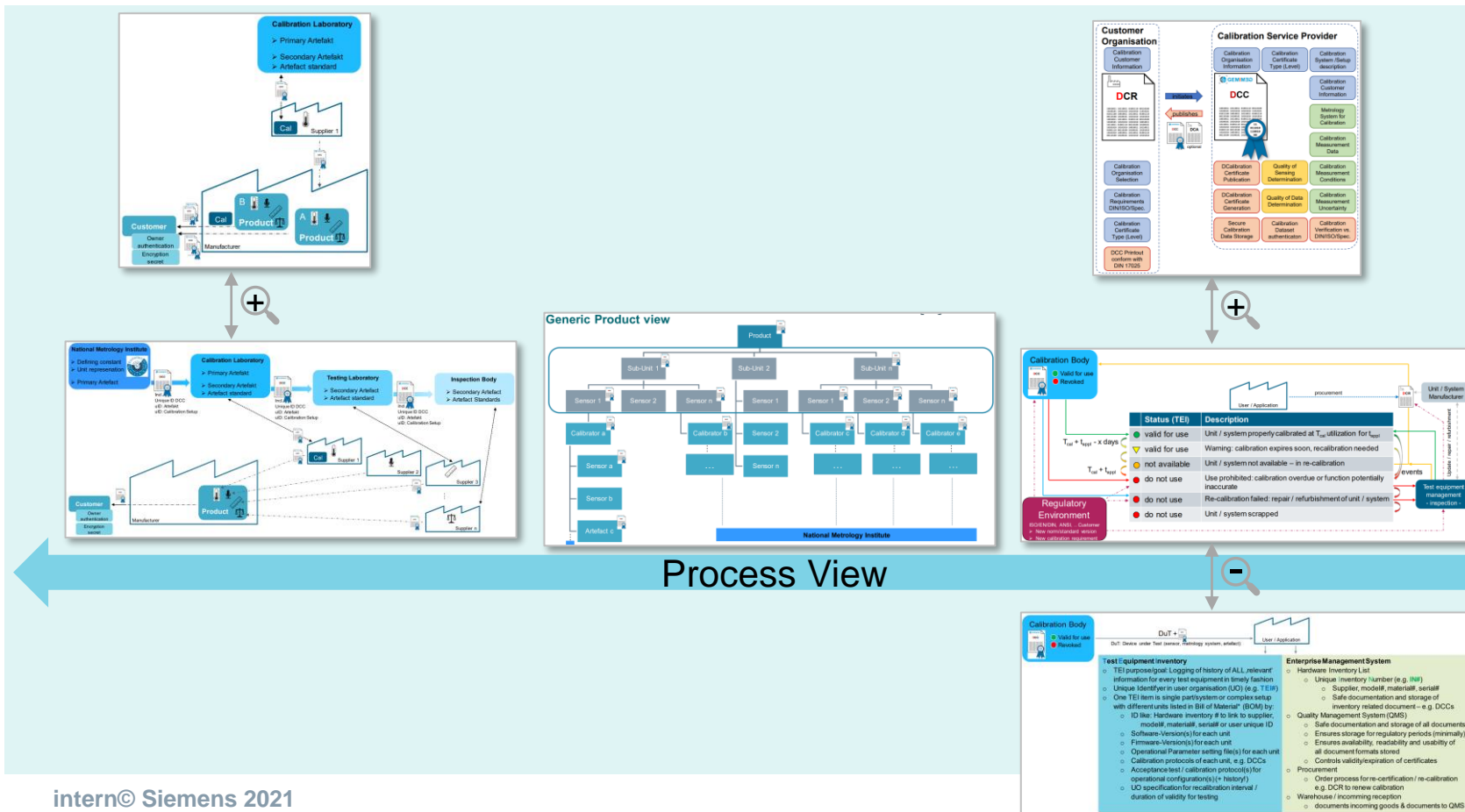
Data Augmented with Digital Calibration Certificate



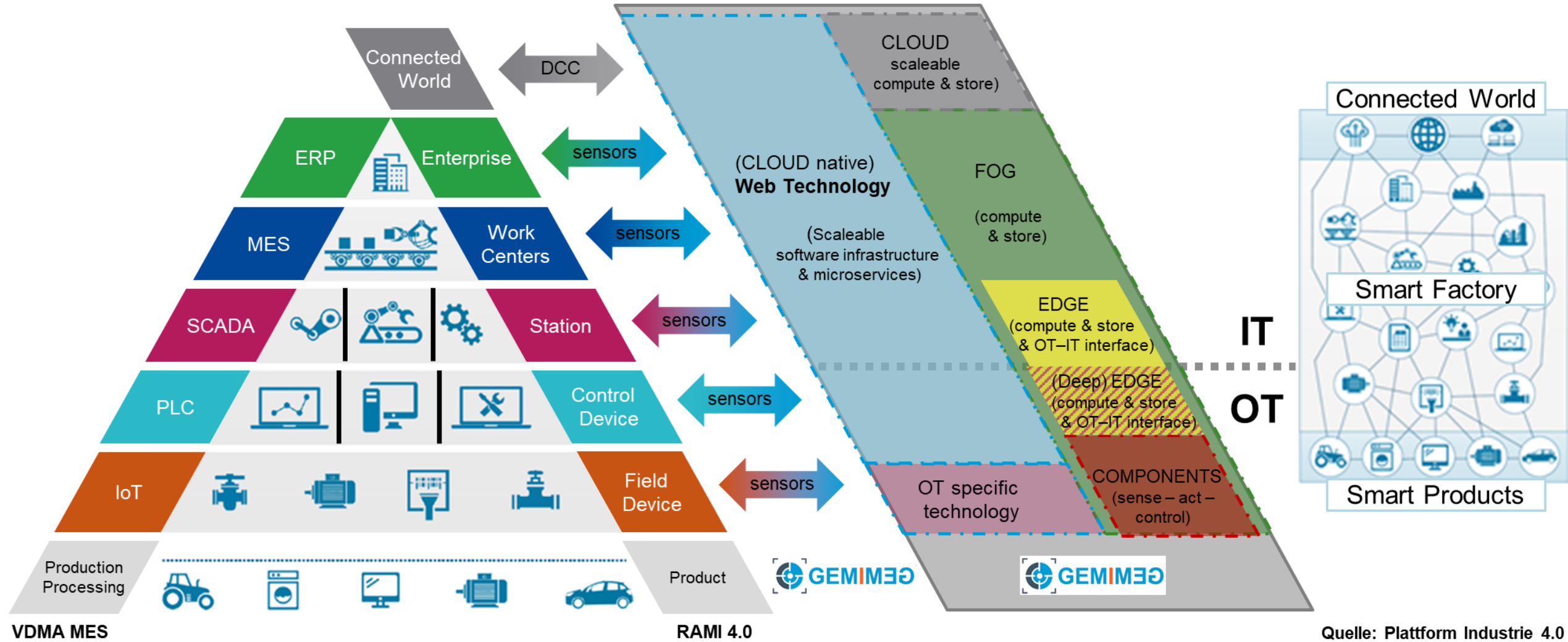
UseCase: System integration aspects of industrial products and in entire industrial production systems (fabrication plants)



Process and Data Flow Overview



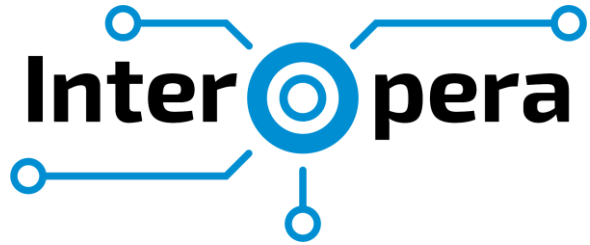
TP 1: Architecture



Asset Administration Shell Submodel Calibration



Initiative from PTB / GEMIMEG-II to develop a submodell **CALIBRATION** for the asset administration shell



| Nummer | Teilmodellprojektname | Projektstart | Projektkende | derzeitiger Status | Kurze Beschreibung des Teilmodells |
|---------|--|--------------|--------------|---|--|
| 2022_P1 | Digital Nameplate for Laser Engraving Machine | 05/2022 | 09/2023 | Teilmodellspezifikation wird finalisiert | 2022_P1_Digital_Nameplate_for_Laser_Engraving_Machine |
| 2022_P2 | Technical Data for Laser Engraving Machine | 05/2022 | 09/2023 | Teilmodellspezifikation wird finalisiert | 2022_P2_Technical_Data_for_Laser_Engraving_Machine |
| 2022_01 | Semiconductor Datasheet | 01/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_01_Semiconductor_Datasheet |
| 2022_02 | Digital Standards Datasheet | 01/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_02_Digital_Standards_Datasheet |
| 2022_03 | Software Package Manager | 01/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_03_Software_Package_Manager |
| 2022_04 | Facility Related Environmental Data | 01/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_04_Facility_Related_Environmental_Data |
| 2022_05 | Product Related Environmental Data | 01/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_05_Product_Related_Environmental_Data |
| 2022_06 | HRDS Handover Documentatation | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_06_HRDS_Handover_Documentation |
| 2022_07 | Vulnerability Management | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_07_Vulnerability_Management |
| 2022_08 | Software Bill of Materials | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_08_Software_Bill_of_Materials |
| 2022_09 | Artificial Intelligence Dataset | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_09_Artificial_Intelligence_Dataset |
| 2022_10 | Artificial Intelligence Deployment | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_10_Artificial_Intelligence_Deployment |
| 2022_11 | Artificial Intelligence Model Nameplate | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_11_Artificial_Intelligence_Model_Nameplate |
| 2022_12 | Predictive Maintenance | 03/2023 | 06/2023 | In Erarbeitung, Beitritt zum Arbeitskreis jedoch nach möglich | 2022_12_Predictive_Maintenance |
| 2022_13 | Safety Function | 03/2023 | 08/2023 | Arbeitskreis wird gebildet | 2022_13_Safety_Function |
| 2022_14 | Digital Calibration Certificate | vs1: 03/2023 | vs1: 07/2023 | Arbeitskreis wird gebildet | 2022_14_Digital_Calibration_Certificate |
| 2022_15 | Technical Data for Injection Molding | 03/2023 | 08/2023 | Arbeitskreis wird gebildet | 2022_15_Technical_Data_for_Injection_Molding |
| 2023_01 | Data Model for Asset Location | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_01_Data_Model_for_Asset_Location |
| 2023_02 | Workstation Matching Data | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_02_Workstation_Matching_Data |
| 2023_03 | Computing Platform Resources | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_03_Computing_Platform_Resources |
| 2023_04 | Computing Drive Control for NC/CNC Machine Tools | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_04_Computing_Drive_Control_for_NC_CNC_Machine_Tools |
| 2023_05 | Switching Relays for Integration in Automation Technology | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_05_Switching_Relays_for_Integration_in_Automation_Technology |
| 2023_06 | Quality Control for Machining | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_06_Quality_Control_for_Machining |
| 2023_07 | Purchase Order Creation | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_07_Purchase_Order_Creation |
| 2023_08 | Purchase Request Notification | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_08_Purchase_Request_Notification |
| 2023_09 | Purchase Request Response | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_09_Purchase_Request_Response |
| 2023_10 | Technical Data for Automated Guided Vehicles in Intralogistics | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_10_Technical_Data_for_Automated_Guided_Vehicles_in_Intralogistics |
| 2023_11 | Technical Data for Fiber Optic Microduct Cabling for Broadband Expansion | vs1: 05/2023 | vs1: 12/2023 | In Vorbereitung | 2023_11_Technical_Data_for_Fiber_Optic_Microduct_Cabling_for_Broadband_Expansion |

Methodology Consultant:
Dr. Sebastian Kaebisch
Siemens AG - Technology



Das Teilmodell „Digital Calibration Certificate (DCC)“ der Asset Administration Shell dient der Bereitstellung von Informationen zur Messdatenqualität und metrologischer Rückführung von Sensor- und Gerätedaten, u. a. für Anwendungen der Industrie 4.0 sowie zu Zwecken der Qualitätssicherung.

Sensoren oder komplexe Messgeräte sind in fast allen Industrieprozessen zu finden und in vielen dieser Fälle ist die Qualität der Messung entscheidend für die Verlässlichkeit des Prozesses. Eine hohe Qualität der Messungen kann nur durch adäquate Rückführung der Messgeräte auf nationale oder internationale Normale mit Hilfe von Kalibrierungen oder auch Prüfungen geschehen. Die entsprechenden Ergebniszertifikate (Kalibrierzertifikat, Prüfzertifikat, Analyseergebnis usw.) auf Basis existierender Normen (z. B. ISO 17025) enthalten alle für eine Qualitätssicherung notwendigen Informationen in einer überprüf- und rückverfolgbaren Weise. Für eine effiziente und effektive Nutzung dieser Informationen ist die Festlegung eines interoperablen Datenformats für die in den Zertifikaten enthaltenen metrologischen Informationen (Messgröße, Einheit, Messunsicherheit usw.) notwendig.

In Zusammenarbeit mit akkreditierten Laboratorien ist bereits ein weltweit anerkanntes Format für digitale Kalibrierzertifikate entwickelt worden. Ein erstes Beispiel für die Umsetzung dieses digitalen Kalibrierzertifikats wurde in Zusammenarbeit mit der Industrie für die Messgröße Masse erstellt und in Form eines Deutschen Kalibrierdienst (DKD)-Expertenberichts veröffentlicht. Aktuell werden weitere Beispiele digitaler Kalibrierzertifikate für Waagen, Werkstoffprüfmaschinen und die Messgrößen Feuchte, Luftdruck, Länge, Temperatur, Kraft, Drehmoment und Durchfluss erstellt. Diese Beispiele enthalten bereits strukturierte Modelle für alle relevanten metrologischen Informationen sowie für die domänenspezifischen Teilinformationen.

Mit einer Überführung dieser Vorarbeiten in das Teilmodell „Digital Calibration Certificate“ der Asset Administration Shell können Informationen zu Messfähigkeiten, Messdatenqualität und zur metrologischen Rückführung bereitgestellt werden. Es sollen die Verknüpfungspunkte zu anderen relevanten z.B. IDTA-Teilmodellen identifiziert und erarbeitet werden.

- Das Teilmodell „Digital Calibration Certificate“ soll dabei Folgendes beinhalten:
- Beschreibung eines Modells für grundlegende metrologische Kerninformationen auf Grundlage bestehender Standards für Kalibrierungen z.B. DIN EN ISO/IEC 17025,
 - Festlegung auch für Prüfzertifikate als alternative Rückführung (ähnlicher Aufbau, da auch basierend auf DIN EN ISO/IEC 17025),
 - Angabe von allgemeinen Daten der Rückführung wie z.B. Akkreditierungsnachweisen,
 - Angabe des Verfahrens zur Kalibrierung/Prüfung,
 - Angaben der Einflussfaktoren auf das Ergebnis,
 - Angabe des Ergebnisses (der Prüfung oder Kalibrierung)
 - Alle Angaben mit Einheiten (falls z.B. in SI-Einheiten)

Das angestrebte Teilmodell soll die metrologischen Informationen der Messgröße, der Messunsicherheit und der Messunsicherheitsbewertung in der Messeinrichtung enthalten.

- Verbesserung der Qualitätssicherung durch verifizierbare Sensordateninformationen.
- vereinheitlichte und vertrauenswürdige Sensordaten zur Nutzung in digitalen Zwillingen
- durch Kalibrier- oder Prüfzertifikate "abgesicherte" Sensordaten als integraler Bestandteil der Produktinformationen und damit auch eines digitalen Produktpasses.

https://interopera.de/wp-content/uploads/2022/10/2022_14_Digital_Calibration_Certificate.pdf

Draft version in final review
Release: 10.2023

Asset Administration Shell (AAS) and Submodels

Digital Twin of real product / system

Download via Identification Link



AAS contains all data in standardized formats

Calibration Submodel

First DCC from production → AAS information updated during product lifecycle

Digital Nameplate

Starting Point of AAS

Technical Data

Product-information

CO2 Fingerprint

CAD/ECAD-Data

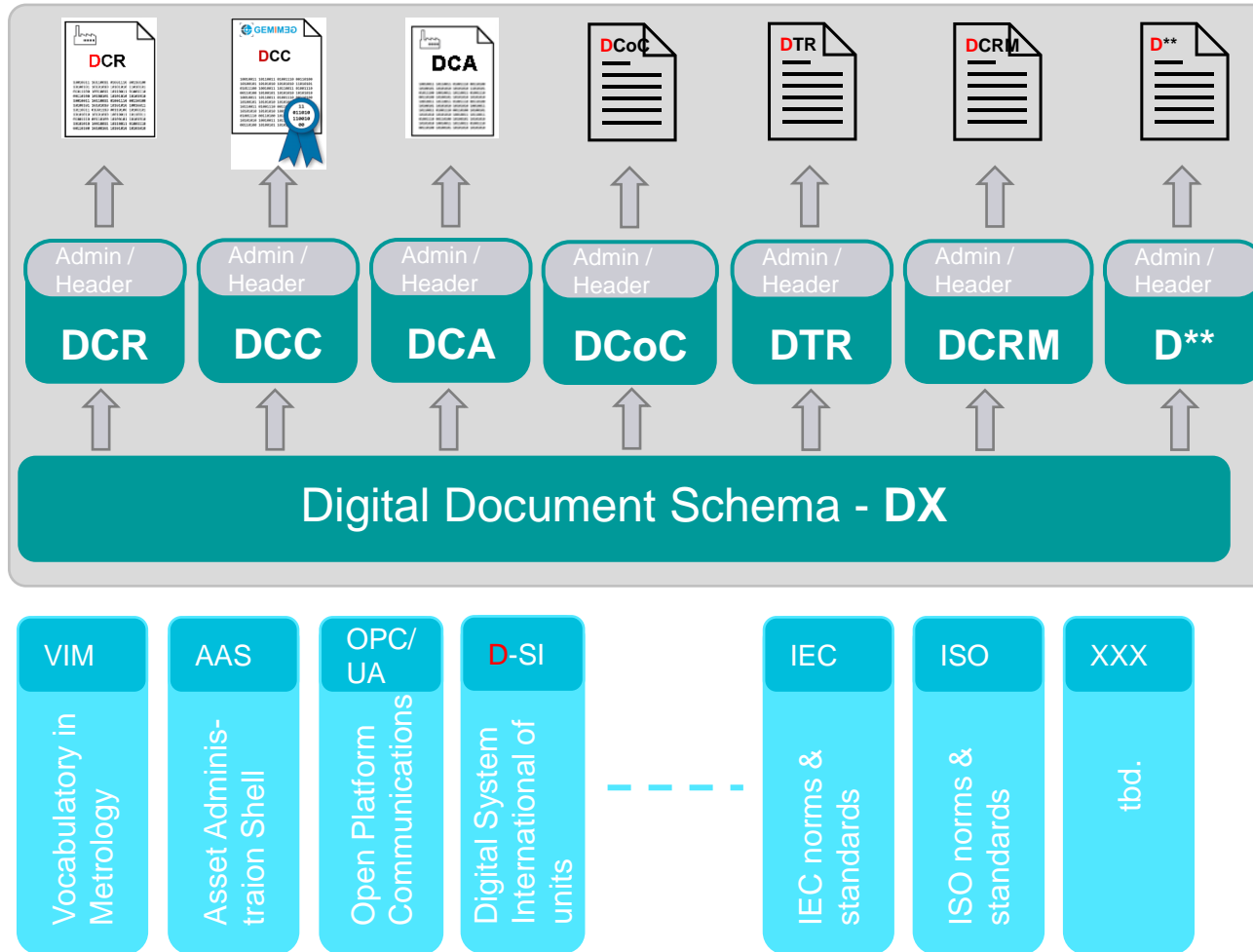
The Digital Calibration Document „Ecosystem“

A generic view...

HRO

XSD / XML Schema

ITEM Nomenclature & Standards



Concept:

One common DX-Schema with Semantics
(as XSD / XML-Schema as parent schema)

Multiple different sub-schemata of DX as children / branches for

- DCR Digital Calibration Request
 - DCC Digital Calibration Certificate ¹
 - DCA Digital Calibration Answer
 - DCoC Digital Certificate of Conformance ¹
 - DTR Digital Test Report
 - DCRM Digital Certificate for Reference Material ¹
 - D** ... and many more digital documents ¹
- ¹ governed by ISO 170xx standards

HRO: Multi-language available →
automatic conversion / generation from
(signed) D** .XML file

The value behind the GEMIMEG concept for industrial processes

SAFE PROCESSES

- **S**ecure Traceability:
Smart calibration for supply chain
– base for DPP
- **A**uditable Workflows
- **F**ailsafe Data (provisioning)
- **E**xcellent Processes

EASE of USE

- **E**fficient Processes /
Enabler for Digitalisation
- **A**utonomy Gain
- **S**mart System integration
(/ Standardized Technology)
- **Y**ield Improvement:
High Return of Invest

Contact

Published by Siemens AG

Dr. Thomas Engel

Principal Key Expert Research Scientist

T RDA IOT

Otto-Hahn-Ring 6

81739 München

Germany

Phone +49 172 24 21 401

E-mail engelthomas@siemens.com

More content:

GEMIMEG-II — How metrology can go digital...

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6501/ace468/meta>

PyDCC

<https://github.com/siemens/pydcc/>

GEMIMEG-II Abschlusspräsentation:

Donnerstag 30.11.2023 14 – 17.30 h

DigiZ Aalen

3D optical measurement techniques

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6501/aca818>