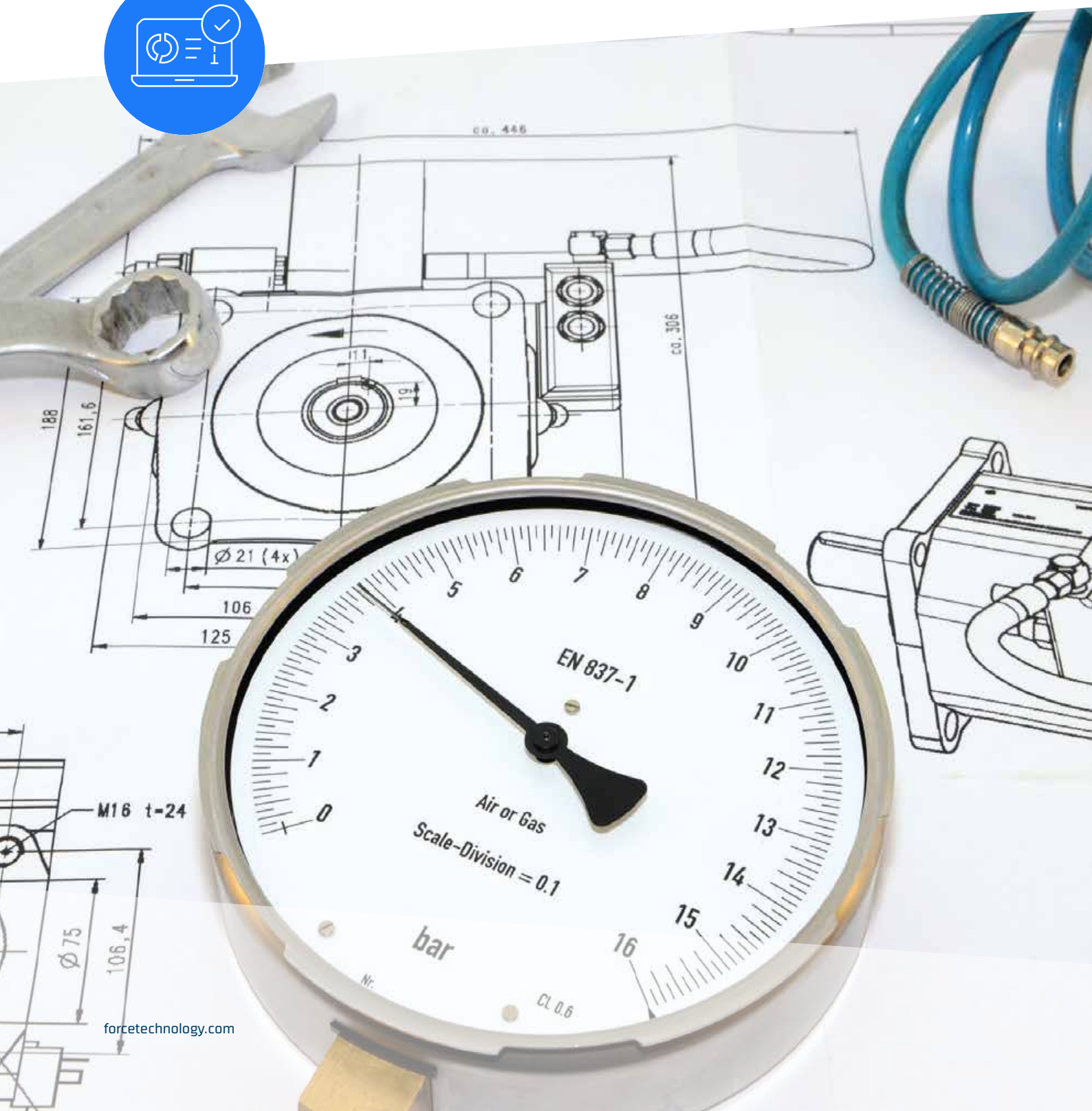
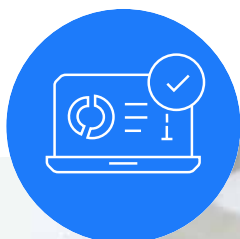


WHITE PAPER

Fremtidens kalibreringscertifikater



WHITE PAPER

Resumé

I metrologien er skabningen af et universelt maskinlæsbart kalibreringscertifikat en stor udfordring. Dannelsen deraf vil være et væsentligt trin i den videre digitalisering af det metrologiske felt med gevinster for metrologi og industri.

Denne tekst vil belyse nødvendigheden for at følge den digitale transformation og rollen af det maskinlæsbare kalibreringscertifikat. Emnet bliver undersøgt ved at beskrive teorien bag det maskinlæsbare kalibreringscertifikat og beskrive relaterede undersøgelser og udviklingsprojekter.

Det kan konstateres, at der ligger høj kompleksitet i et universelt maskinlæsbart kalibreringscertifikat. Et maskinlæsbart kalibreringscertifikat findes endnu ikke, det vil dog spille en rolle for konkurrencedygtigheden i metrologi og industri. Vedtages EMPIR projektforslaget SRT-i25, forventes dette at levere første demonstrations cases i 2024.

Det vil være nødvendigt at følge udviklingen og de deraf kommende resultater for at sikre adoption og de gevinster der ligger i et maskinlæsbart kalibreringscertifikat.

Introduktion

De fleste af vores daglige værktøjer, hvor digitalisering giver mening, er blevet digitaliseret. Prisdokumentation på sensorer og hukommelse gør, at digitaliserede enheder og værktøjer skaber og gemmer flere data. Merværdi igennem data bliver dog først skabt når disse deles og anvendes. Deling og anvendelse af data er kun muligt når data er klart defineret. Skal data anvendes mellem forskellige systemer skal definitionen være ens. Hvis data ikke er klart og universelt defineret, mister man derfor muligheder som ligger i digitaliserede værktøjer og systemer. Data skal i dette tilfælde manuelt overføres og tilpasses.

Indenfor metrologien arbejdes der derfor på DCC (Digital Calibration Certificate), et maskinlæsbart kalibreringscertifikat.

Det maskinlæsbare kalibreringscertifikat må ikke forveksles med et kalibreringscertifikat i pdf-format. Certifikater i pdf-format indeholder ikke

universelt defineret maskinlæsbare data. Derfor giver kalibreringscertifikater i pdf-format ikke meget merværdi i forhold til deres papirudgave. Hvis administrative- eller kalibreringsdata fra certifikatet skal bruges, skal disse typisk manuelt overføres til et andet system. Ofte begynder data fra en kalibrering i et IT-system, hvorefter dette bliver printet ud og senere igen manuelt skal overføres til et produktions IT-system. Denne proces åbner for fejl og er ineffektiv.

Målet for det maskinlæsbare kalibreringscertifikat er, at fremtidens kalibreringscertifikat skal skabe værdi igennem datadeling for industrielle og administrative processer. Teksten beskriver nødvendigheden for at følge den digitale transformation og rollen af et maskinlæsbart kalibreringscertifikat. Emnet er særligt relevant for industri med behov for sporbare metrologiske målinger, institutter og laboratorier.

Teksten giver et overblik over konceptet bag DCC, igangværende projekter og mål for udviklingen af DCC.

Den digitale transformation

Digital transformation betyder en ændring af forretningsmodellen, forårsaget af digitalisering og med målet at skabe bedre resultater (GUPTA, 2020). Den digitale udvikling bevæger sig i dag hurtigere end nogensinde før, og nye digitale løsninger kan vende op og ned på nuværende og tidligere forretningsmodeller. Det er derfor nødvendigt at holde øje med den digitale udvikling og være åben for forandring, så vi ikke selv bliver offer for den nye definition af et "Kodak moment" (Solis, 2017).

Det betyder ikke, at den digitale transformation behøver at være altomfattende eller eksplosiv. Transformationen er en udvikling der skal følges og dermed trin for trin ændre i vores arbejdsprocesser, kommunikationsveje og dataskabelse

samt dataanalyse. Det maskinlæsbare kalibreringscertifikat er et videre trin i den digitale transformation af metrologien.

Skal man være konkurrencedygtig kommer man ikke udenom den digitale transformation. Implementering af digitale værktøjer og kontinuerlig forandring er uundgåeligt for såvel store som SMV-virksomheder.

I den nuværende udvikling i industri 4.0 er det forbindelse og udnyttelse af data på tværs af komponenter og platforme, der står i centrum. Følger man tendensen, vil der i fremtiden blive delt flere data automatisk og fleksibelt imellem mennesker og maskiner. Dette vil forandre de interne forretningsprocesser med formålet at effektivisere arbejds gange, minimere fejl og træffe bedre beslutninger igennem avancerede analyser (David Goerzig, 2017).

Internt i virksomheder er der ofte behov for datadeling på tværs af platforme mellem f.eks. administration og teknisk personale, hvor systemer, der anvendes til arbejdsopgaver, sjældent er de samme. Grænsefladen mellem virksomheder og kunder er adskilte, og der er derfor behov for at kunne importere og eksportere data. Mulighederne i digitaliseringen kræver derfor en fælles snitflade til forskellige grænseflader, både internt i virksomheder og imellem virksomheder.

I det metrologiske felt vil et maskinlæsbart kalibreringscertifikat skabe forbindelse mellem systemer og bidrage til optimering af industriprocesser.

DCC Digital Calibration Certificate

Maskinlæsbare kalibreringscertifikater (DCC - Digital Calibration Certificate) repræsenterer et format, der åbner op for kommunikation mellem virksomheder, mennesker og maskiner samt de automatiserings- og effektiviseringsmuligheder, der ligger i det.

Det traditionelle kalibreringscertifikat har sjældent givet værdi, ud over at gemme kalibreringsværdier, hverken på papir eller som pdf i elektronisk format. DCC vil igennem et fælles udvekslingsformat gøre indholdet anvendeligt i digitale processer. Dette kan optimere administrative processer, åbne for brug af avancerede analyseværktøjer, understøtte industri 4.0 anvendelser samt produktions- og kvalitetsovervågning. Det vil føre til en ændring af forretningsmodeller og danne nye muligheder for værdiskabelse (F Härtig, 2018).

Ser man på kalibreringscertifikater fra forskellige felter bliver det tydeligt, at DCC ikke kan reguleres ned i alle detaljer, da der er forskellige behov. DCC byder her nok fleksibilitet.

Fleksibilitet igennem XML

For at gøre dataudvekslingen muligt har den tyske ingeniørforening, "VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungstechnik", præsenteret et Extensive Markup Language (XML) udvekslingsformat. XML er et værktøj til at gemme data, der kan læses af mennesker og maskiner. XML kan integreres i database-applikationer og anvendes i internet applikationer (w3schools, 2020).

Rammerne for XML-strukturen blev publiceret i CDE-formatet (VDI/VDE 2623, Calibration-Data-Exchange-format) under hensyntagen til internationale standarder og normer. Formatet er delt i en kommerciel del og en teknisk del, hvor fokus ligger på hhv. den administrative oprettelse af en kalibreringsopgave og overførelse af data fra kalibreringer (vdi, 2020).

CDE-datasættet er todelt. Den ene del består af XML-skemafilene (XSD) som indeholder alle informationer, der er nødvendige til interpretation af XML-filer og definerer dermed det fælles sprog og struktur.

```
<xs:complexType name="identificationType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="issuer">
      <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:string">
          <xs:enumeration value="manufacturer"/>
          <xs:enumeration value="calibrationLaboratory"/>
          <xs:enumeration value="customer"/>
          <xs:enumeration value="owner"/>
          <xs:enumeration value="other"/>
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:element>
    <xs:element name="value" type="xs:string"/>
    <xs:element name="description" type="doc:textType" minOccurs="0"/>
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="id" type="xs:ID" use="optional"/>
</xs:complexType>
```

Figur 1 - Udklip af .xsd definitioner (20-10-2020)

Kilde: <https://www.ptb.de/dcc/v2.3.0/en/>

```
<doc:calibrationLaboratoryCode>0000</doc:calibrationLaboratoryCode>
<doc:contact>
  <doc:name>
    <doc:content>Calibration Laboratory Name</doc:content>
  </doc:name>
  <doc:email>info@forceotechnology.com</doc:email>
  <doc:phone>+45 4325 7000</doc:phone>
  <doc:fax>+45 </doc:fax>
  <doc:location>
    <doc:streetNo>100</doc:streetNo>
    <doc:street>Park Alle 345</doc:street>
    <doc:city>Brøndby</doc:city>
    <doc:state></doc:state>
    <doc:postCode>2605</doc:postCode>
    <doc:countryCode>DK</doc:countryCode>
  <doc:further>
    <doc:content lang="en">Web: www.forceotechnology.com</doc:content>
    <doc:content lang="en">National Reference Laboratory for</doc:content>
    <doc:content lang="en">FORCE and PRESSURE</doc:content>
  </doc:further>
```

Figur 2 - Udklip af genereret DCC kode.

Den anden del består af selve XML-filen. XML-filen indeholder selve data'en som er defineret efter det fastlagte sprog i XML-skemafilten.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB, National Metrology Institut, Tyskland) udvikler DCC på baggrund af dette format i samarbejde med diverse NMI'er (National Metrology Institute), virksomheder, universiteter m.m. i EURAMET regi.

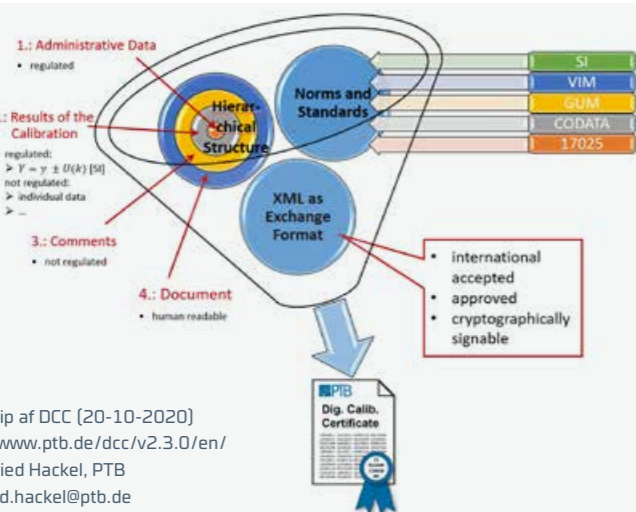
DCC udvider CDE formatet ved at implementere elektronisk lagring, validering, krypteret transfer og digital signatur (Dr. Siegfried Hackel, 2017). Målet er at skabe et internationalt anerkendt format med mulighed for at udvikle egne nationale implementeringer af DCC'en (EURAMET, Development of digital calibration certificates, 2020).

Strukturen af DCC

DCC strukturen er bygget op af fire dele.

Den første del er de administrative data. Disse er reguleret og tjener til tydelig identifikation af kalibreringsobjekt, kunde og laboratorie.

Den anden del er kalibreringsresultater, disse er reguleret i det omfang, at resultater skal anvendes på basis af SI (BIPM, 2020) og gældende standarder.



Den rene anvendelse af SI giver mening i maskine til maskine kommunikation. For mennesker er den rene SI-visning ikke altid naturlig. På den baggrund er der udviklet en metadata model Digital-SI (D-SI), der gør det muligt at repræsentere bekendte, afledte og ikke-SI-enheder under visse forudsætninger (Proj. SmartCom, 2019).

I tredje del er det muligt at tilføje generelle kommentarer, tabeller og billeder.

Den sidste del giver muligheden for at tilføje bilag, som ikke er maskinlæsbare. Dette kan i givet fald være det konventionelle kalibreringscertifikat som pdf.

Igangværende projekter

Vigtigheden og mulighederne i DCC'en understøttes og anerkendes af EURAMET, NMI'er og industry igennem igangværende og planlagte projekter. Emnet har stor interesse, hvor mange ønsker at deltage i projekter og konferencer.

I EURAMET projektet SmartCom (EURAMET, Communication and validation of smart data in IoT-networks, 2020) arbejdes der på at skabe basis for entydig, universel, sikker kommunikation af metrologisk data til "Internet of Things" og industri 4.0. DCC er et fokuspunkt i det projekt.

I projektet har man undersøgt behov og beskrevet, hvordan metrologiske data kan sendes entydigt og harmoniseret i et metadata format som er realiseret i XML. (Hutzschenreuter et al, 2019)

Der bliver udviklet et første koncept af en DCC og de første maskinlæsbare kalibreringscertifikater bliver udviklet af PTB og Aalto University (Finland). Projektet afsluttes i 2021. Allerede nu har projektet skabt stor interesse med deres arbejde i harmonisering og definering af SI-enheder til digital kommunikation af metrologisk data. (EURAMET, Communication and validation of smart data in IoT-networks, 2020)

Projekt SmartCom går hånd i hånd med EURAMET projektet Met4FoF (EURAMET, Metrology for the Factory of the Future, 2020), der udvikler kalibreringsmetoder til fremtidens digitale industrielle sensorer.

FORCE Technology arbejder selv løbende på udvikling af den digitale metrologiske infrastruktur. Igenennem digital signatur på kalibreringscertifikater og FORCE Cloud kan dokumenter gemmes online.

Det risikobaserede kalibreringsstrategiværktøj RiskKal gør brug af historisk data. Det bliver muligt at fastlægge kalibreringsintervallet på baggrund af evidensbaserede data med hensyntagen til sikkerhed, risiko og økonomi. Med historisk data bliver det muligt at anvende avancerede analyseværktøjer som maskinlæring.

Den fremtidige udvikling af DCC'en vil blive defineret igennem EMPIR-forslaget SRT-i25 "Enabling the adoption of digital calibration certificates in

metrology and industry". Her vil deltagerne bygge ovenpå de nuværende projekter og arbejde på elementer til demonstrering og implementering af DCC (EURAMET, Enabling the adoption of digital calibration certificates in metrology and industry, 2020). Hvis projektforslaget vedtages, løber det over en treårig periode. Der kan forventes første demonstrations cases i slutningen af projektet 2024.

Dataintegritet

Den digitale transformation giver mange fordele men også nye udfordringer. Datasikkerhed, integritet og opbevaring er særligt vigtigt, når det kommer til juridiske dokumenter og certifikater. Hvordan sikres og beskyttes data integriteten? Videre skal problematikken om tilbagetrækning løses, og filtyper skal egne sig til langtidsoptbevaring.

På europæisk niveau er der igennem EU-regulativ No 910/2014 (eIDAS, electronic IDentification, Authentication and trust Services) bl.a. fastlagt betingelser og regler for elektronisk identifikation, signatur, segl m.m. for juridiske dokumenter og certifikater (EUR-Lex, 2020). Lignende har FDA 21 CFR Part 11, the Code of Federal Regulations; Electronic Records; Electronic Signatures (FDA, 2020).

Indenfor metrologi er der dog endnu ikke nogen standard, der sætter rammer for sikker elektronisk transfer, signatur og tilbagetrækning af dokumenter. I etablering af en sådan standard udgør harmonisering af forskellige landes nationale retningslinjer en udfordring. Særligt i kraftigt reguleret områder af legal metrologi kan der være stor forskel i behov. Disse udfordringer er dog mere relevante på højere niveau (internationalt) og vil sjældent være et problem på nationalt niveau. Videre ville harmonisering af enkelte enhedstyper som f.eks. vægte stadig kunne give stor værdi. (EURAMET, The secure use of DCC covering legal aspects of metrology", 2020)

XML-formatet er igennem sine mange muligheder, simple struktur samt voksende anerkendelse i internationale standarder særdeles egnet til langsigtet opbevaring af data (nestor, 2020). Videre skal den kryptografiske signering langtidssikres.

Tilbagetrækning af certifikater med digital signatur er en yderligere udfordring som eIDAS ikke giver retningslinjer for. PTB har undersøgt to forskellige metoder der begge beror på en troværdig tredjepart til kontrol, enten ved brug af blockchain teknologi eller via sammenligning med en valideret liste (Dr. Siegfried Hackel, 2017).

Konklusion

Hvis man skal bibeholde en konkurrencedygtig industri, skal den digitale udvikling følges. Det digitale kalibreringscertifikat er et væsentligt skridt videre i digitalisering indenfor metrologi. DCC'en åbner for nye muligheder og optimering ved at gøre indholdet fra kalibreringscertifikatet delbart og maskinlæsbart.

Der udvises stor interesse for udvikling af DCC og et effektivt system kræver bred harmonisering.

Den brede harmonisering over mange felter, lande, systemer og regler udgør en væsentlig udfordring. Ved at digitalisere Kalibreringscertifikater opstår der nye udfordringer som kryptografisk sikring, validering og tilbagetrækning. Disse skal og vil blive adresseret i igangværende og kommende projekter.

Muligheder i fremtiden

DCC præsenterer en platform der vil kunne forbinde hardware og systemer der ligger internt og eksternt af ens eget miljø. Det fremtidige kalibreringscertifikat kan på den måde generere ny værdi og skabe ændringer i forretningsmodeller.

I fremtidens industri vil koblingen mellem den digitale tvilling og Big Data spille en væsentlig rolle mod smart manufacturing (QINGLIN QI, 2020). Den digitale tvilling forbinder simuleret data med reelle data for at skabe et knudepunkt mellem den virtuelle og den virkelige verden. Det er her inddragelsen af kalibreringsdata fra DCC'en spiller en vigtig rolle for virkelighedsnær repræsentation af sensorer og måleinstrumenter. Ved at kombinere reelle data med simulationsmodeller bliver det muligt at give gode prædiktioner vedrørende vedligehold, nedbrud, kvalitet og optimeringsmuligheder (Roland Rosen*, 2020).

Yderligere ses flere low-cost sensorer i IoT systemer. Kollaborative sensor netværk er ikke mere fremmed i moderne industri. Disse har hidtil ofte haft problemer med lav data-kvalitet og troværdighed, hvorfor data ofte skal efterbehandles før anvendelse. Ved implementering af DCC, D-SI og unikke digitale identifikationer kan metadata tilføjes og dermed forøge tillid og kvalitet til data. (Tuukka Mustapää, 2020)

Disse og flere muligheder kræver maskine til maskine kommunikation og derfor entydig defineret og sikker kommunikation som DCC'en stræber efter at tilbyde.

Bibliography

- BIPM. (2020, 06 11). Retrieved from The International System of Units: <https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9.pdf>
- David Goerzig, T. B. (2017). Enterprise architectures for the digital transformation. Stuttgart: Elsevier B.V.
- Dr. Siegfried Hackel, e. a. (2017). The Digital Calibration Certificate. PTB.
- EURAMET. (2020, 06 11). Retrieved from Metrology for the Factory of the Future: https://www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/metrology-for-the-factory-of-the-future/?tx_eurametctp_project%5Baction%5D=show&tx_eurametctp_project%5Bcontroller%5D=Project&cHash=575fbce9df841dc03cd08e8cc3099fff
- EURAMET. (2020, 06). Retrieved from The secure use of DCC covering legal aspects of metrology": <https://www.ptb.de/empir2018/smartcom/information-communication/publications/>
- EURAMET. (2020, 06 18). Retrieved from Enabling the adoption of digital calibration certificates in metrology and industry: https://msu.euramet.org/current_calls/industry_2020/documents/SRT-i25.pdf
- EURAMET. (2020, 06 11). Communication and validation of smart data in IoT-networks. Retrieved from https://www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/communication-and-validation-of-smart-data-in-iot-networks/?L=0&tx_eurametctp_project%5Baction%5D=show&tx_eurametctp_project%5Bcontroller%5D=Project&cHash=2341e12363c86
- EURAMET. (2020, 10 14). Communication and validation of smart data in IoT-networks. Retrieved from Summary Report: https://www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/communication-and-validation-of-smart-data-in-iot-networks/?L=0&tx_eurametctp_project%5Baction%5D=show&tx_eurametctp_project%5Bcontroller%5D=Project&cHash=2341e12363c86
- EURAMET. (2020, 06 10). Development of digital calibration certificates. Retrieved from www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/development-of-digital-calibration-certificates/?L=0&tx_eurametctp_project%5Baction%5D=show&tx_eurametctp_project%5Bcontroller%5D=Project&cHash=636b0f5334af00f436b9dbcd
- EUR-Lex. (2020, 06). Document 32014R0910. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/da/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0910>
- F Härtig, e. a. (2018). Mass standards made of silicon and their machine-readable Digital. Journal of Physics: Conference Series, 3-4.
- FDA. (2020, 06 16). Retrieved from Part 11, Electronic Records; Electronic Signatures - Scope and Application: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/part-11-electronic-records-electronic-signatures-scope-and-application>
- FORCE Technology. (2020, 06). Risiko/behovsstyrede kalibreringsstrategier (RiskKAL). Retrieved from BedreInnovation: <https://bedreinnovation.dk/risikobehovsstyrede-kalibreringsstrategier-riskkal-0>
- GUPTA, M. S. (2020, 05). ARC - Advisory Group. Retrieved from What is Digitization, Digitalization, and Digital Transformation?: <https://www.arcweb.com/blog/what-digitization-digitalization-digital-transformation>
- Hutzschenreuter et al. (2019, 09 04). SmartCom Digital System of Units (D-SI) Guide for the use of the metadata-format used in metrology for the easy-to-use, safe, harmonised and unambiguous digital transfer of metrological data. Retrieved from <https://zenodo.org/record/3522631>
- nestor. (2020, 06). Nicht von Dauer. Retrieved from Kleiner Ratgeber für die Bewahrung digitaler Daten in Museen: <https://d-nb.info/1082230057/34>
- Proj. SmartCom, E. (2019). Retrieved from Digital System of Units: https://www.ptb.de/empir2018/fileadmin/documents/empir/SmartCom/documents_for_download/Digital_System_of_Units_D-SI_2019-11-04_UK_NPL_SmartCom.pdf
- QINGLIN QI, F. T. (2020, 06 16). Digital Twin and Big Data Towards Smart Manufacturing and Industry 4.0: 360 Degree Comparison. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8258937>
- Roland Rosen*, G. v. (2020, 06 16). Retrieved from About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896315003808>
- Solis, B. (2017, Juni 14). www.briansolis.com. Retrieved from The New Kodak Moment = That Moment When You Lose Market Relevance: <https://www.briansolis.com/2017/06/new-kodak-moment-moment-lose-market-relevance/>
- Tuukka Mustapää, e. a. (2020). Metrological Challenges in Collaborative Sensing: Applicability of Digital Calibration Certificates. sensors, 19.
- vdi. (2020, 10 06). VDI/VDE 2623 - Überprüft und bestätigt. Retrieved from www.vdi.de: <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdivde-2623-format-fuer-den-austausch-von-daten-im-pruefmittelmanagement-definition-des-calibration-data-exchange-format-cde-format-1>
- w3schools. (2020, 06 10). XML Tutorial. Retrieved from www.w3schools.com: <https://www.w3schools.com/xml/default.asp>

Figur 1 venligst udlånt af Prof. Dr. Siegfried Hackel, PTB

Udarbejdet af Kim Jacobi, Engineer, Inspection & Calibration

FORCE Technology
Park Allé 345
2605 Brøndby
Danmark
+45 43 25 00 00
info@force.dk
forcetechnology.com

