



## **Kalibrierlabore auf dem Weg zum digitalen Kalibrierschein**

06.05.2026

# Übersicht

- Einleitung
- Wo beginnt der Weg?
- Wo stehen die Kalibrierlabore auf dem Weg?
- Wie sieht der Weg jetzt aus?
- Wie und wann kann ich auf dem Weg starten?
- Erfahrungen und erste Rückmeldungen vom Weg
- Am Ziel

# Einleitung

- Digitalisierung

- In der Verwaltung
- In der Medizin
- ...

## Risiken analoger Prozesse

Ineffizienz,  
fehlende Anschlussfähigkeit,  
Fehleranfälligkeit,  
höhere Kosten.

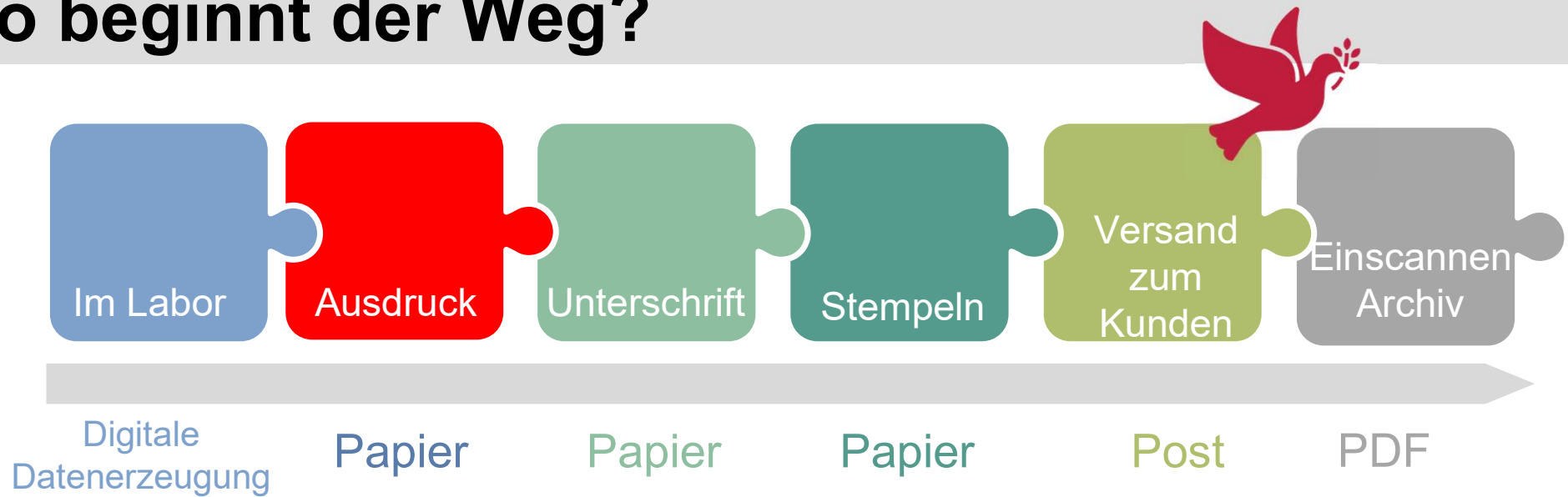
## bekannte Pain Points:

Bürokratie,  
Medienbrüche,  
Zeitdruck,  
eventuell Tabellen-Chaos

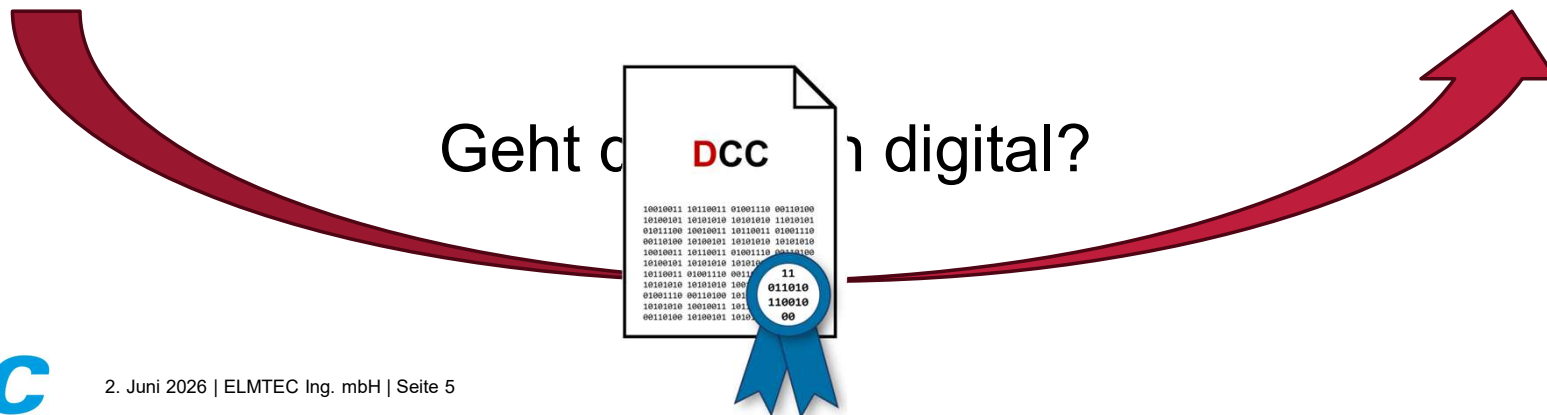
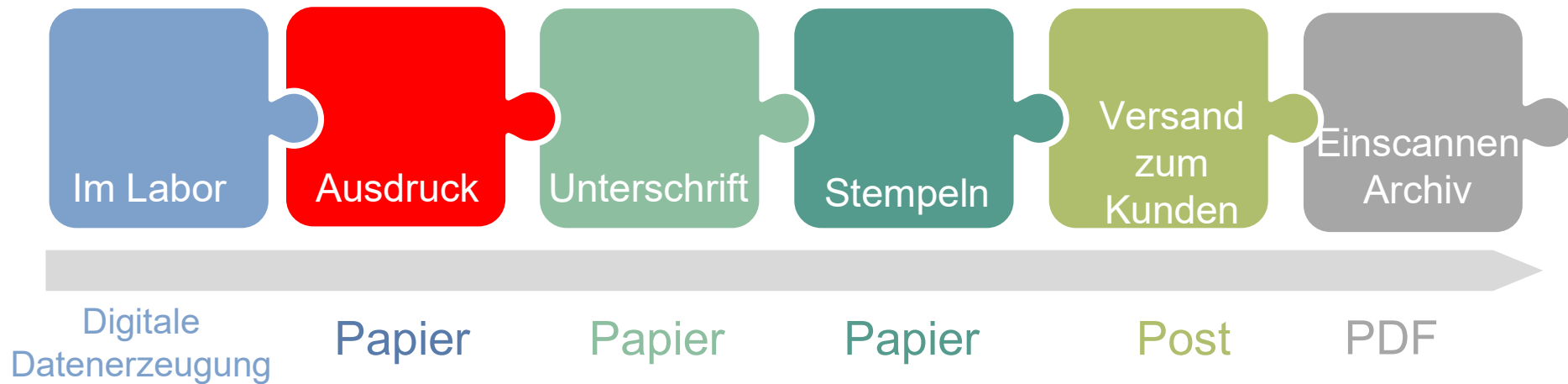
- Nachfrage in der Kundschaft

- Kunden fordern PDF-Kalibrierscheine
- Teilweise Aufforderung kein Papier mit zu senden
- Verzicht auf händische Unterschrift und Stempel

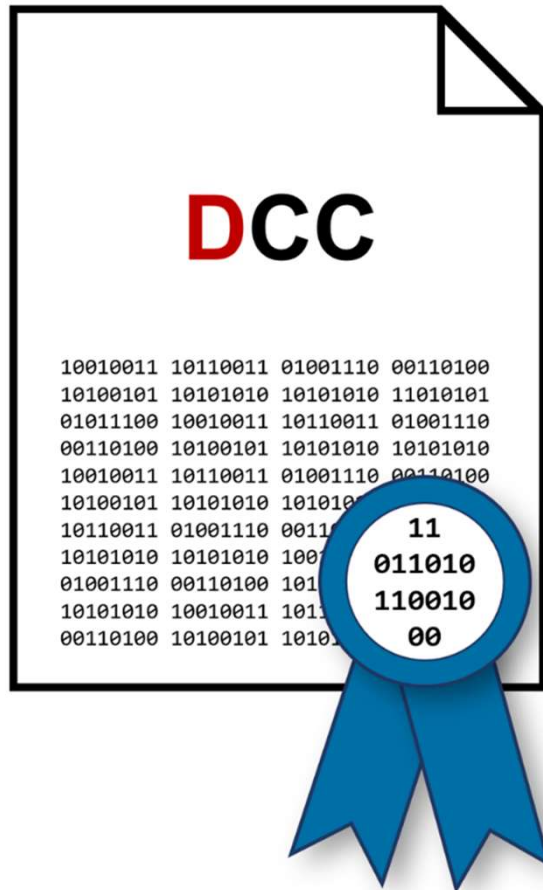
# Wo beginnt der Weg?



# Wo beginnt der Weg?



# Wo beginnt der Weg?



XML-basiertes Austauschformat

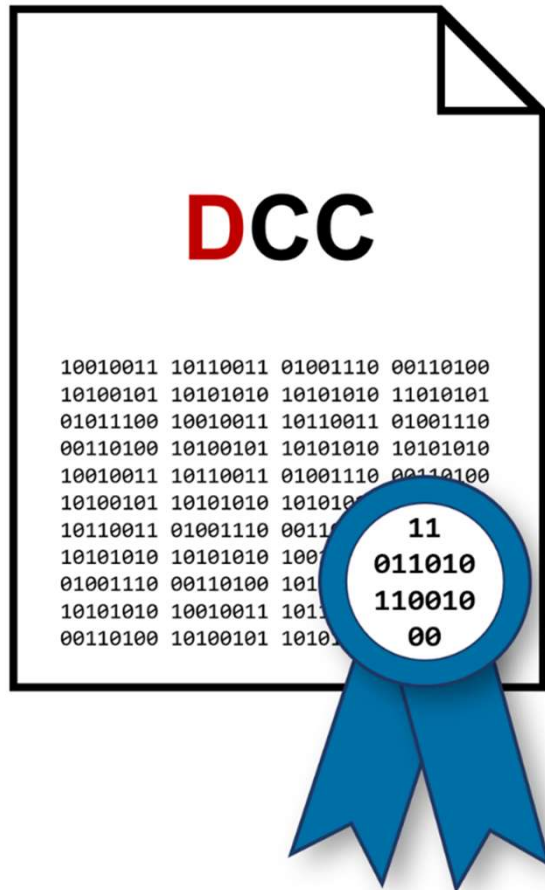


Entwickelt mit vielen deutschen und internationalen Partnern, mit und für die Industrie



Automatisierte xml-Validierung

# Wo beginnt der Weg?



XML-basiertes Austauschformat



Entwickelt mit vielen deutschen und internationalen Partnern, mit und für die Industrie



Automatisierte xml-Validierung

Ziel: digitale Ausgabe des Inhalts der analogen Kalibrierscheine

# Wo stehen die Kalibrierlabore auf dem Weg?

NEULING

PROFI

----- 1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5 ----- 6 ----- 7 ----- 8 ----- 9 ----- 10 -----

Gruppe 1

Gruppe 2

Gruppe 3

Gruppe 4

DCC: unbekannt

DCC: bekannt

Erste Planung zur Implementierung des DCC

Ausgabe erster DCCs



# Wo stehen die Kalibrierlabore auf dem Weg?

**DCC Use Case:** Vollständig digitale Rückführungskette vom nationalen Metrologieinstitut über Kalibrierlabor in die Industrie

**Fokus:** Technologietransfer

**Konsortium:** PTB und ELMTEC

**Laufzeit:** 09/2024 – 02/2026 (18 Monate)

**Förderung:** DATIpilot Sprint vom BMFTR

Projektwebseite: [www.ptb.de/dcc2ind](http://www.ptb.de/dcc2ind)



# Wo stehen die Kalibrierlabore auf dem Weg?

Einige Beispiele aus DKD und Industrie



Aktive Nutzung

Einführung in Vorbereitung



**ROHDE & SCHWARZ**  
Make ideas real



**ELMTEC**

**Perschmann**   
Zusammen. Wirksam.

**SIEMENS**

Stand der Implementierung nicht abgefragt  
bezüglich Aktualität der Umsetzung!

**ELMTEC**  
Ingenieurgesellschaft mbH

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Kernpunkte:

Ziel: digitale Ausgabe des  
Inhalts der analogen  
Kalibrierscheine



XML-basiertes Austauschformat



Berücksichtigung  
fachübergreifender  
Anforderungen



refTypes als Anker für  
maschinelle Interpretierbarkeit

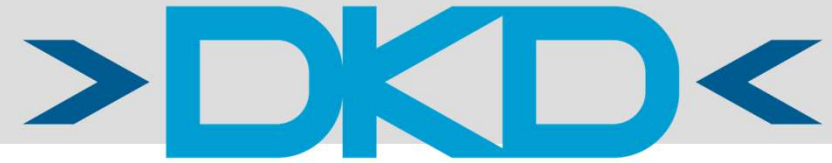


Muster und Expertenberichte  
zum Start der Implementierung



Signatur

# Wie sieht der Weg jetzt aus?



## Kernpunkte:

Ziel: digitale Ausgabe des  
Inhalts der analogen  
Kalibrierscheine

Der DKD Querschnittsausschuss empfiehlt die Verwendung von UUID/GUIDs als `dcc:uniqueIdentifier`.  
Beliebig viele andere Identifikatoren wie z. B. Kalibrierscheinnummern können als `dcc:identification`  
zusätzlich im Schein untergebracht werden. Dabei wird zur Einheitlichkeit das "8-4-4-12" Format empfohlen.

### Beispiel im DCC

im XML würde die UUID zusammen mit der Identification z.B. so aussehen:

```
<dcc:coreData>
  <!--...-->
  <dcc:uniqueIdentifier>b4b2213b-ec54-4792-9daf-2a5bc65a680c</dcc:uniqueIdentifier>
  <dcc:identification refType="basic_certificateNumber" <!--oder basic_c
    <dcc:issuer>calibrationLaboratory</dcc:issuer>
    <dcc:value>1234</dcc:value>
    <dcc:name>
      <dcc:content lang="de">Kalibriernummer</dcc:content>
      <dcc:content lang="en">Calibration ID</dcc:content>
    </dcc:name>
  </dcc:identification>
  <!--...-->
</dcc:coreData>
```

Vorteile der Digitalisierung mitdenken:  
uniqueIdentifier -> Universal Unique Identifier

[https://de.wikipedia.org/wiki/Universally\\_Unique\\_Identifier](https://de.wikipedia.org/wiki/Universally_Unique_Identifier)

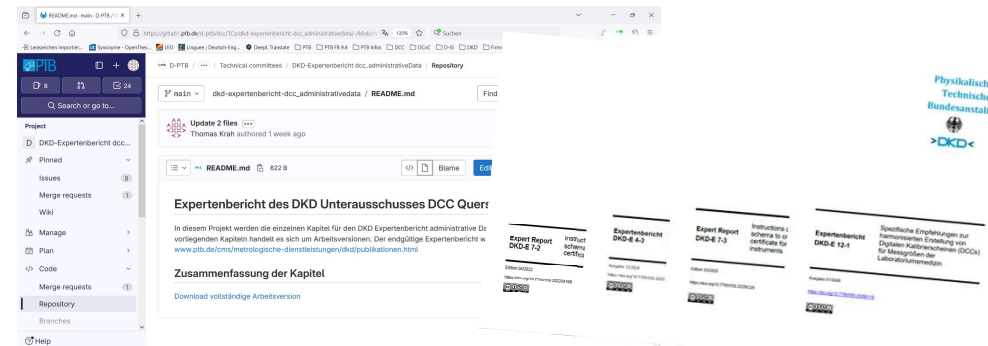
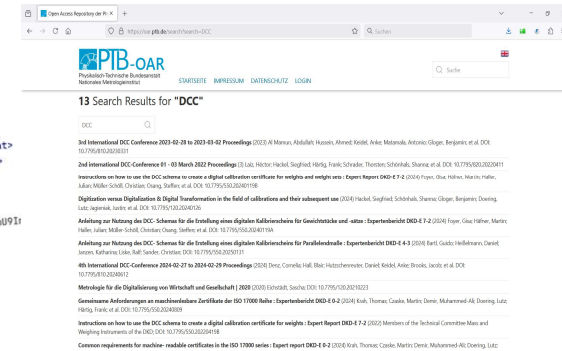
# Wie sieht der Weg jetzt aus?



## Muster DCC & Expertenberichte

- **DCC Masse**  
[https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E\\_7-2\\_rev1\\_en.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E_7-2_rev1_en.pdf)
- **DCC Länge**  
[https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E\\_4-3\\_2024-12.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E_4-3_2024-12.pdf)
- **DCC Waagen**  
[https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E\\_7-3\\_2025-03\\_en.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E_7-3_2025-03_en.pdf)
- **DCC Laboratoriumsmedizin (neu)**  
[https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E-12-1\\_DCC\\_LabMed.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E-12-1_DCC_LabMed.pdf)
- **DCC Temperatur/Gasfeuchte (neu)**  
[https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E\\_5-3\\_DCC\\_Rev0\\_de.pdf](https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/dkd/archiv/Publikationen/Expertenberichte/DKD-E_5-3_DCC_Rev0_de.pdf)
- Codeausschnitte für übergreifende Fragestellungen  
(erweitert, Projektphase)

```
<dcc:statement refType="basic_membership">
  <dcc:name>
    <dcc:content lang="en">Membership DKD</dcc:content>
    <dcc:content lang="de">Mitgliedschaft DKD</dcc:content>
  </dcc:name>
  <dcc:declaration>
    <dcc:content lang="en">Member of the Deutscher Kalibrierdienst (DKD)</dcc:content>
    <dcc:content lang="de">Mitglied im Deutschen Kalibrierdienst (DKD)</dcc:content>
  </dcc:declaration>
  <dcc:file>
    <dcc:fileName>DKD-Logo-2023.svg</dcc:fileName>
    <dcc:mimeType>image/svg+xml</dcc:mimeType>
    <dcc:base64>PD94bW9ke2Vyb2Vj61MS4wI181bnV2Z6Lu201VVRGLTg1IHNBYSKYWVb091I
  </dcc:file>
  </dcc:statement>
```



# Wie sieht der Weg jetzt aus?



TC	Example DCC	Expert report
Mass	Mass	Available
Length	Gauge Block	Available
Scales/weighing instruments	Scales	Available
Metrology for Laboratory Medicine	Amount of substance concentration/fraction	Available
Temperature and Humidity	Resistance thermometer & Hygrometer DCC	Available
Force, Acceleration and Acoustics	Force transducer, Acceleration-sinusoidal and acceleration-shock, sound pressure calibrator & acoustic measurement device	In progress
Flow Quantities	Fluid flow	Available
Material Testing Machines	Tensile testing machine	-
Pressure & Vacuum	Digital pressure measuring device, acc. DKD-R 6-1 (de, en, es) Vacuum measuring device, acc. DKD-R 6-2 (only in de)	-
Torque	Calibration of static torque measuring devices, acc. to DIN 51309	-
Metrology in Chemical and Material Properties	Pipettes	-
DC & LF	Standard resistor	In progress
Measurement Uncertainty	Various code snippets	In progress

**Status of work:**  
**Ready & available**  
 Ready, to be released soon  
 First results  
 In progress

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

## Tools rund um den DCC I

Name	Nutzen	Link
DCC Wiki	Übersicht über Tools rund um den DCC	<a href="https://wiki.dcc.ptb.de/en/tools">https://wiki.dcc.ptb.de/en/tools</a>
GEMIMEG Tool v1	<b>Erstellen</b> , Bearbeiten, Anzeigen (Human Readable via XSLT stylesheet) und Validieren Unterstützte Schemaversionen: v3.0.0 – v3.3.0	<a href="https://gemimeg-tool.ptb.de/v1/#/">https://gemimeg-tool.ptb.de/v1/#/</a>
GEMIMEG Tool v2 beta	Neue Version des <b>GEMIMEG Tool v1</b> , Update mit neuen Funktionen, derzeit in der Beta-Testphase	<a href="https://gemimeg-tool.ptb.de/dcc/create">https://gemimeg-tool.ptb.de/dcc/create</a>
Excel Tool	<b>Erstellung</b> eines DCC, wenn die entsprechenden Daten in Excel verfügbar sind (Voraussetzung: aktivierte Makros)	<a href="https://wiki.dcc.ptb.de/en/tools/Excel-Tool">https://wiki.dcc.ptb.de/en/tools/Excel-Tool</a>
Notepad++, XML Notepad	Bearbeiten, Validieren gegen das DCC Schema	<a href="https://wiki.dcc.ptb.de/en/validation">https://wiki.dcc.ptb.de/en/validation</a>
MathML	Interaktive Beispiele zur automatischen MathML –Erzeugung mit SymPy	<a href="https://wiki.dcc.ptb.de/en/dccformulaType">https://wiki.dcc.ptb.de/en/dccformulaType</a>
DKD TemaTres	RefType & Measurand Database	<a href="https://digilab.ptb.de/dkd/refType/vocab/">https://digilab.ptb.de/dkd/refType/vocab/</a>



# Wie sieht der Weg jetzt aus?

## Tools rund um den DCC II

Name	Nutzen	Link
DCC Quantities	Python Library zur Verarbeitung von DCCs, bietet objektorientierte Klassen für Berechnungen mit Unsicherheitspropagation und Unterstützung für Einheiten	<a href="https://gitlab1.ptb.de/digitaldynamicmeasurement/dcc-and-dsi/dccQuantities">https://gitlab1.ptb.de/digitaldynamicmeasurement/dcc-and-dsi/dccQuantities</a>
Stylesheet Human Readable	Style Sheet zum Generieren einer Human Readable Datei, XSLT welches auch im GEMIMEG Tool v1 verwendet wird	<a href="https://gitlab.com/ptb/dcc/gemimeg-tool/-/tree/develop/src/static?ref_type=heads">https://gitlab.com/ptb/dcc/gemimeg-tool/-/tree/develop/src/static?ref_type=heads</a>
dcclib	Python Library, welche die Grundfunktionalitäten (Validierung gegen XSD und Schematron, Erzeugung Human Readable über XSLT, Signierung und Signaturprüfung und Extraktion von Anhängen sowie Evaluation von Formeln im DCC) bereitstellt	<a href="https://gitlab1.ptb.de/d-ptb/dcc/dcclib">https://gitlab1.ptb.de/d-ptb/dcc/dcclib</a>
Kommerzielle Signatur-Lösungen		<a href="https://www.xml-buddy.com/de/xml-digital-signatures.htm">https://www.xml-buddy.com/de/xml-digital-signatures.htm</a> <a href="https://www.secrypt.de/produkte/digiseal-office/">https://www.secrypt.de/produkte/digiseal-office/</a>



# Wie sieht der Weg jetzt aus?

## XSD

- [https://gitlab.com/ptb/dcc/xsd-dcc/-/blob/master/dcc.xsd?ref\\_type=heads](https://gitlab.com/ptb/dcc/xsd-dcc/-/blob/master/dcc.xsd?ref_type=heads)
- <https://www.ptb.de/dcc/>

## Kontakte/ Arbeitsgruppen

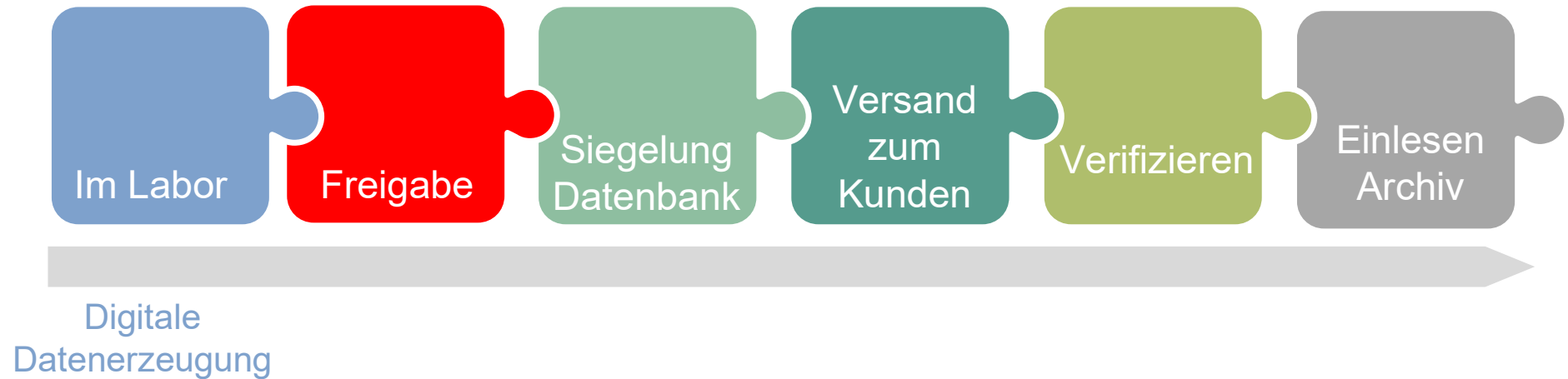
- dcc@ptb.de
- dkd@ptb.de
- gemimeg@ptb.de
- EURAMET TC-IM 1448 - <https://github.com/TC-IM-1448>
- SIM MWG-14 (Metrology for digital transformation)

## Webseiten/ Arbeitsgruppen

- DCC - <https://www.dcc.ptb.de/> -
- DCC Wiki - <https://wiki.dcc.ptb.de/>
- DCC2Ind - <https://www.ptb.de/dcc2ind/home> Derzeit noch nicht alle Tools verfügbar!
- DKD Arbeitsgruppen - <https://www.ptb.de/cms/metrologische-dienstleistungen/dkd/dkd-dcc.html>
- BAM - <https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Content/DE/Standardartikel/Netzwerke/QI-Digital/dcc.html>
- DCC2Go - <https://zenodo.org/records/8199281>
- eAttestation Siegel der DAkkS - <https://www.dakks.de/de/antragsverfahren-digitales-akkreditierungssymbol.html>

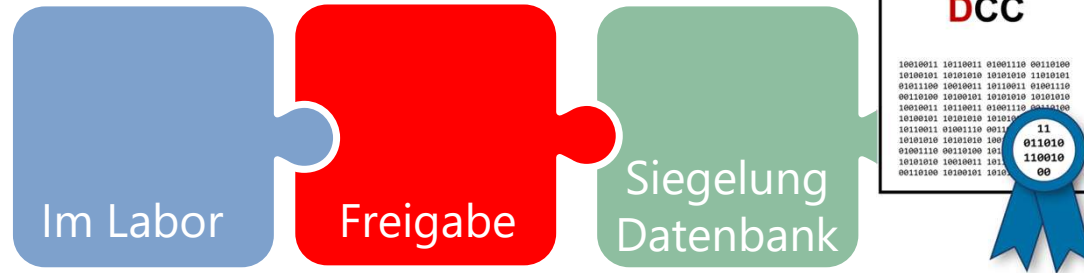
# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Workflow - Vereinfacht!



# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Workflow - Vereinfacht!



Digitale  
Datenerzeugung

## DCC verteilen:

- fertigen DCC siegeln

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Labore verschicken PDF-Dateien

Erste Labore nutzen personenbezogene Signaturen

DAkkS GmbH hat als Akkreditierungsstelle ein digitales Akkreditierungssymbol eingeführt

„Digital Seal ID“ als digitaler Firmenstempel

Im Sinne der DSGVO:  
Abwägung zwischen Personenzertifikaten und Siegeln!



## Zertifikatsinhalte:

Version  
Seriennummer  
Zertifikatsaussteller  
**Zertifikatsinhabername**  
Gültigkeitszeitraum  
Signaturalgorithmus zum öffentlichen Schlüssel des Zertifikatsinhabers

## Details zum Zertifikat

Land : DE  
Organisation : ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH  
Name : ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH  
Stadt : Königslutter am Elm  
Organisationskennung : DT:DE-3957392625  
Seriennummer : DAkkS00-DE-K0-15099-01-00

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

## Siegel



### (1) EU-Baumusterprüfbescheinigung

- (2) Geräte oder Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen - **Richtlinie 2014/34/EU**  
(3) EU-Baumusterprüfbescheinigungsnummer

#### Prüfergebnis



#### Signatur erfolgreich geprüft.


- Datei ist nicht verändert.
- Datei ist mit qualifiziertem Zertifikat gesiegt.

Signierte Datei: [EUB-Beispiel-el\\_Siegel-de\\_sig\\_Revision\\_01.pdf](#)

Prüfzeitpunkt: 2026-01-22, 19:37:24 UTC

Prüfdokumentation: [EUB-Beispiel-el\\_Siegel-de\\_sig.pdf\\_Verifikation.pdf](#)

#### Signaturinformationen

Signierer	Signaturzeitpunkt UTC
 Physikalisch-Technische Bundesanstalt	2024-07-02, 12:44:53

#### Details zum Zertifikat

##### Siegeltyp

Qualifiziertes elektronisches Siegel gemäß eIDAS-EU-Verordnung Nr. 910/2014

##### Zertifikatsbeschränkung(en)

Nur für den dienstlichen Gebrauch

2. Juni 2026 | ELMTEC Ing. mbH | Seite 21



Anhang  
attachment

zum Kalibrierschein Nr. 428248  
of calibration certificate no.

#### Prüfergebnis



#### Signatur erfolgreich geprüft.


- Datei ist nicht verändert.
- Datei ist mit qualifiziertem Zertifikat gesiegt.

Signierte Datei: [428248-AnlageBewertung\\_Revision\\_01.pdf](#)

Prüfzeitpunkt: 2026-01-24, 08:40:02 UTC

Prüfdokumentation: [428248-AnlageBewertung.pdf\\_Verifikation.pdf](#)

#### Signaturinformationen

Signierer	Signaturzeitpunkt
 ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH	2026-01-20, 09:2

#### Details zum Zertifikat

##### Siegeltyp

Fortgeschrittenes elektronisches Siegel mit qualifiziertem Zertifikat gemäß eIDAS-EU-Verordnung Nr. 910/2014

☐ Details zur Signatur von "ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH"



#### Kalibrierschein / Calibration Certificate

erstellt gemäß DIN ISO/IEC 17025:2018 durch das Kalibrierlaboratorium  
issued according to DIN ISO/IEC 17025:2018 by the calibration laboratory



ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH

#### Prüfergebnis



#### Signatur erfolgreich geprüft.


- Datei ist nicht verändert.
- Datei ist mit qualifiziertem Zertifikat gesiegt.

Signierte Datei: [449901-1\\_Revision\\_01.pdf](#)

Prüfzeitpunkt: 2026-01-22, 19:54:25 UTC

Prüfdokumentation: [449901-1.pdf\\_Verifikation.pdf](#)

#### Signaturinformationen

Signierer	Signaturzeitpunkt UTC
 ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH	2026-01-21, 10:22:27

#### Details zum Zertifikat

##### Siegeltyp

Fortgeschrittenes elektronisches Siegel mit qualifiziertem Zertifikat gemäß eIDAS-EU-Verordnung Nr. 910/2014

##### Zulassung

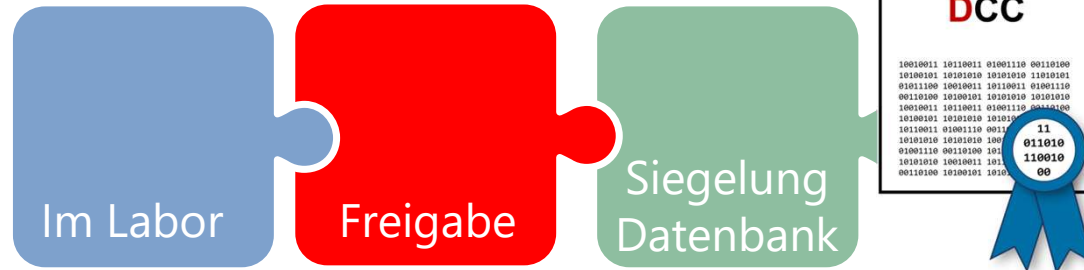
DAkS accredited conformity assessment body

##### Zusätzliche Informationen

Attestation by a conformity assessment body (CAB) as defined in clause 7.3 of ISO/IEC 17000 that the object of a conformity assessment as defined in clause 4.2 of ISO/IEC 17000 meets certain specified or expected requirements as defined in clause 5.1 of ISO/IEC 17000, in particular the digital sealing of result reports ("statements of conformity").

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Workflow - Vereinfacht!



Keine  
Forderung  
der Norm!

Digitale  
Datenerzeugung

**DCC** verteilen:

- fertigen DCC siegeln
- Daten des DCC in Datenbank schreiben

Revisionsverfolgung  
für den Endanwender

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

## Konzept Web-Verifikation

Ein vergleichbares Projekt wurde in [1] präsentiert und wurde entsprechend folgender Überlegungen erweitert:

- Jedes Labor implementiert seine eigene Datenbank damit zur Wahrung der Vertraulichkeit keine Information nach außen gegeben werden muss. Dies vermeidet potentielle Konflikte, die in [2] beschrieben werden.
- Die Datenbank enthält nur generelle Informationen des Zertifikats:
  - UUID
  - Kalibrierscheinnummer
  - Ausstellungsdatum
  - Hash der Kunden-Auftragsnummer
- Die UUID für sich, alternativ die Kombination aus Kalibrierscheinnummer und Ausstellungsdatum, ist ein Anker zur Abfrage der Zertifikatsgültigkeit bzgl. eventuellem Rückruf
- Ein Hash der Kunden-Auftragsnummer ist hinterlegt, um dem Nutzer das Validieren einer bekannten Information zu ermöglichen
- Bei einer Revision wird neben den Daten der neuen Revision auch die UUID des zurückgerufenen Kalibrierscheins in der Datenbank hinterlegt.
- Halte es einfach: keine Blockchain, keine komplexen Elemente

[1] Hall, Blair (2025): *A service to authenticate documents issued by MSL*, pp. 312 to 317, in: "5th International DCC-Conference 2025-02-25 to 2025-02-27 Proceedings", Braunschweig, Germany, 2025. DOI: 10.7795/810.20250619

[2] [www.dakks.de](https://www.dakks.de) (2024): *Amtliche Mitteilung: Keine Nutzungspflicht der Datenbank IAF-CertSearch*, [<https://www.dakks.de/de/aktuelle-meldung/amtliche-mitteilung-keine-nutzungspflicht-der-datenbank-iaf-certsearch.html>], last accessed: 20.02.2026

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

## Konzept Web-Verifikation

```
<dcc:uniqueIdentifier>88888888-4444-4444-4444-cccccccccccc</dcc:uniqueIdentifier>  
<!--ISO/IEC 17025:2017 7.8.2.1d; UUID version 4 according to ISO/IEC 9834-8:2014-->
```

```
<dcc:identification refType="basic_certificateNumber">  
  <dcc:issuer>calibrationLaboratory</dcc:issuer>  
  <dcc:value>1234</dcc:value>  
  <dcc:name>  
    <dcc:content lang="de">Kalibrierscheinnummer</dcc:content>  
    <dcc:content lang="en">Calibration certificate ID</dcc:content>  
  </dcc:name>  
</dcc:identification>
```

```
<dcc:issueDate>YYYY-MM-DD</dcc:issueDate>  
<!--ISO/IEC 17025:2017 7.8.2.1j-->
```

```
<dcc:identification refType="basic_orderNumber">  
  <dcc:issuer>customer</dcc:issuer>  
  <dcc:value>1234-56-78</dcc:value>  
  <dcc:name>  
    <dcc:content lang="de">Auftrags Nr. des Kunden</dcc:content>  
    <dcc:content lang="en">Order no. of customer</dcc:content>  
  </dcc:name>  
</dcc:identification>
```

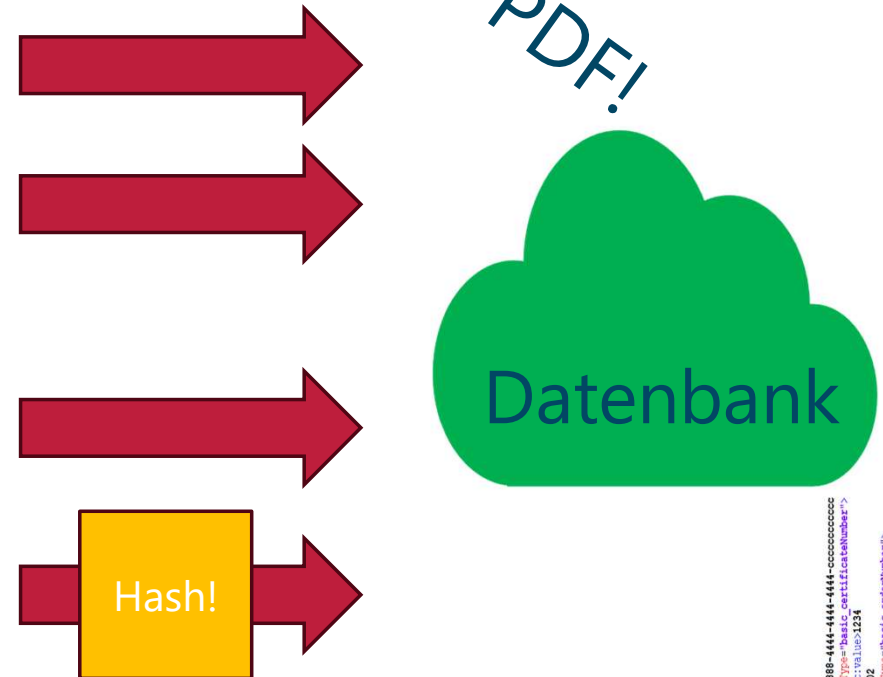




## Konzept Web-Verifikation

**ELMTEC**  
Ingenieurgesellschaft mbH

Auch mit  
Papier / PDF!

[illegible]

## Konzept Web-Verifikation

```
<uniqueIdentifier>88888888-4444-4444-4444-cccccccccccc</uniqueIdentifier>
<dcc:identification refType="basic_certificateNumber">
  <dcc:value>1234</dcc:value>
</dcc:identification>
<dcc:issueDate>2026-01-02</dcc:issueDate>
<dcc:identification refType="basic_orderNumber">
  <dcc:value>550b4a3deb4486b832690ffc487abfe148e91b50eb15bc16b8873805ece60c0ce986547</dcc:value>
</dcc:identification>
```

# Hash!

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Konzept Web-Verifikation – Revision!

Datenbank

```
<uniqueIdentifier>88888888-4444-4444-4444-cccccccccccc<br><dcc:identification refType="basic_certificateNumber"><br>  <dcc:value>1234<br><dcc:issueDate>2026-01-23<br><dcc:identification refType="basic_orderNumber"><br>  <dcc:value>550b4a3deb4486b832690ffc487abfe148e91b50eb15bc16b8873805ece60c0ce986547615<br><uniqueIdentifier_revision>88888888-4444-4444-4444-bbbbbbbbbbbb<br><br><uniqueIdentifier>88888888-4444-4444-4444-bbbbbbbbbbbb<br><dcc:identification refType="basic_certificateNumber"><br>  <dcc:value>1234<br><dcc:issueDate>2026-01-02<br><dcc:identification refType="basic_orderNumber"><br>  <dcc:value>550b4a3deb4486b832690ffc487abfe148e91b50eb15bc16b8873805ece60c0ce986547615
```

Gültig!

Hash!

Ungültig!

Hash!

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Konzept Web-Verifikation – Revision!

Demonstrator demnächst Verfügbar!



Datenbank

```
<uniqueIdentifier>88888888-4444-4444-4444-cccccccccccc<br><dcc:identification refType="basic_certificateNumber"><br>  <dcc:value>1234<br><dcc:issueDate>2026-01-23<br><dcc:identification refType="basic_orderNumber"><br>  <dcc:value>550b4a3deb4486b832690ffc487abfe148e91b50eb15bc16b8873805ece60c0ce986547615<br><uniqueIdentifier_revision>88888888-4444-4444-4444-bbbbbbbbbbbb<br><br><uniqueIdentifier>88888888-4444-4444-4444-bbbbbbbbbbbb<br><dcc:identification refType="basic_certificateNumber"><br>  <dcc:value>1234<br><dcc:issueDate>2026-01-02<br><dcc:identification refType="basic_orderNumber"><br>  <dcc:value>550b4a3deb4486b832690ffc487abfe148e91b50eb15bc16b8873805ece60c0ce986547615
```

Gültig!

Hash!

Ungültig!

Hash!

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Workflow - Vereinfacht!



Es gibt Software, die automatisiert E-Mails abrufen kann und xml-Anhänge in ein spezifisiertes Verzeichnis schreiben kann.

Eine DCC-Lese-Software kann dieses Verzeichnis auf neue Dateien überwachen und nach Erhalt automatisiert einlesen und alles abweisen, was keine signierte, valide XML-Datei ist.



# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Workflow - Vereinfacht!



## Siegel:

Siegel?  
Rückruf?

☒ Details zur Signatur von "ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH"

Durchgeführte Prüfungen

- ✓ **Signatur der Datei** (mathematische Prüfung).
  - Datei ist nicht verändert
  - Datei ist mit qualifiziertem Zertifikat gesiegelt
  - Verwendete Algorithmen zum Signaturzeitpunkt geeignet
  - Verwendete Algorithmen zum Verifikationszeitpunkt geeignet
- ✓ **Zertifikat & Pfad** (Signatur- und Gültigkeitsprüfung).
  - Zertifikat und Pfad erfolgreich geprüft
  - Kettenmodell (SigG Profile)
- ✓ **Zertifikatsstatus** (OCSP / CRL).
  - Zertifikatsstatus erfolgreich abgerufen

Zertifikatsinhalte:	
Version	Kalibrierlaboratorium
Seriennummer	
Zertifikatsaussteller	ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH
<b>Zertifikatsinhabername</b>	— Kattreppeln 28, 38154 Königslutter an
Gültigkeitszeitraum	
Signaturalgorithmus zum öffentlichen Schlüssel	

---

Details zum Zertifikat	
Land	: DE
Organisation	: ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH
Name	: ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH
Stadt	: Königslutter am Elm
Organisationskennung	: DT:DE-3957392625
Seriennummer	: DAKS00-DE-K0-15099-01-00

Deutschland: The public key certificate must contain the digital accreditation symbol, which is verified by checking for the Object Identifier (OID) to carry the following content: 1.3.6.1.4.1.59749.1.

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Workflow - Vereinfacht!



Per Web oder API:

Siegel?  
Rückruf?

**ELMTEC**

KALIBRIERUNG GERÄTEVERKAUF SERVICE QUALITÄT

## ZERTIFIKATSPRÜFUNG

### VARIANTE 1: ZERTIFIKATSNUMMER UND AUSGABEDATUM

Zertifikatsnummer:

Ausgabedatum: TT . MM . JJJJ

### VARIANTE 2: UUID DES ZERTIFIKATS

UUID:

# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Konzept Web-Verifikation – API

Demonstrator demnächst Verfügbar!

```
1 {
2   "number": "98763",
3   "issueDate": "31.12.2025",
4   "uuid": "f6e35178-9245-4ef1-a943-284dd61e2a86",
5   "hashOrder": "xyz"
6 }
```

dy Cookies Headers (18) Test Results

Pretty Raw Preview Visualize HTML

1 "Datensatz gespeichert"

```
1 {
2   "number": "98762",
3   "issueDate": "01.01.2026",
4   "uuid": "f6e35178-9245-4ef1-a943-284dd61e2",
5   "replaceUUID": "f6e35178-9245-4ef1-a943-284dd61e2",
6   "hashOrder": "xyz2"
7 }
```

Cookies Headers (18) Test Results

Raw Preview Visualize HTML

atensatz gespeichert"



Datenbank

Schreiben mit Passwort  
Lesen ohne Passwort

Bei gültigem Eintrag Rückgabe „VALID“ & HASH  
Bei ungültigem Eintrag Rückgabe „INVALID“  
Bei Ersatz Rückgabe „REPLACE“ und neue



# Wie sieht der Weg jetzt aus?

Demonstrator demnächst Verfügbar!

Working With DCCs

Menu

Sign and Send

Read & Check

Load DCC

Browse C:/Users/JS/Desktop/xml/Example\_relHumidity\_1.xml

Validation:

XML: Valid XML...

XSD: Valid DCC

DCC Data:

Unique ID: 550e8400-e29b-11d4-a716-44665544001

Certificate #: 111

Issue Date: 2026-02-12

Signature:

Status: Not signed

Subject: -

Issuer: -

Certificate validity: -

Action

Sign

Send to WebDB

Send E-Mail

Working With DCCs

Menu

Sign and Send

Read & Check

Load DCC

Browse C:/Users/JS/Desktop/xml/Example\_relHumidity\_1\_signed.xml

Validation:

XML: Valid XML...

XSD: Valid DCC

DCC Data:

Unique ID: 550e8400-e29b-11d4-a716-44665544001

Certificate #: 111

Issue Date: 2026-02-12

Signature:

Status: Valid

Subject: ST=Niedersachsen,2.5.4.5=CSM051572341,2.5.4.97=DT:DE-3957392625,STREET=Kattreppeln 28,2.5.4.17=38154,L=Königslutter,CN=ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH,O=ELMTEC Ingenieurgesellschaft mbH,C=DE


Issuer: 2.5.4.97=NTRDE-HRB74346,CN=D-TRUST CA 5-22-2 2022,O=D-Trust GmbH,C=DE

Certificate validity: 2025-11-12 to 2027-11-16 (currently valid)

Action

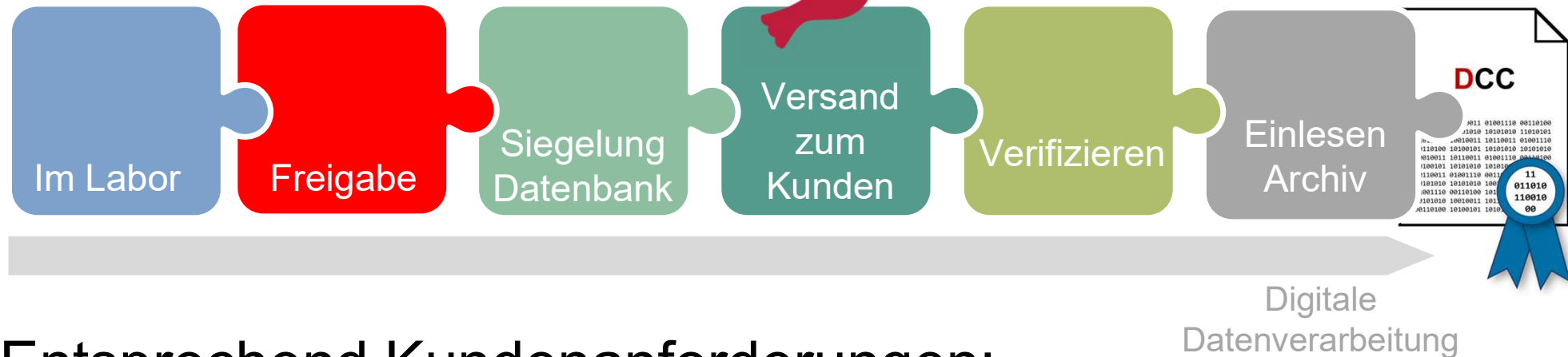
Check WebDB Entry found in WebDB.

DeviceDB



# Wie sieht der Weg jetzt aus?

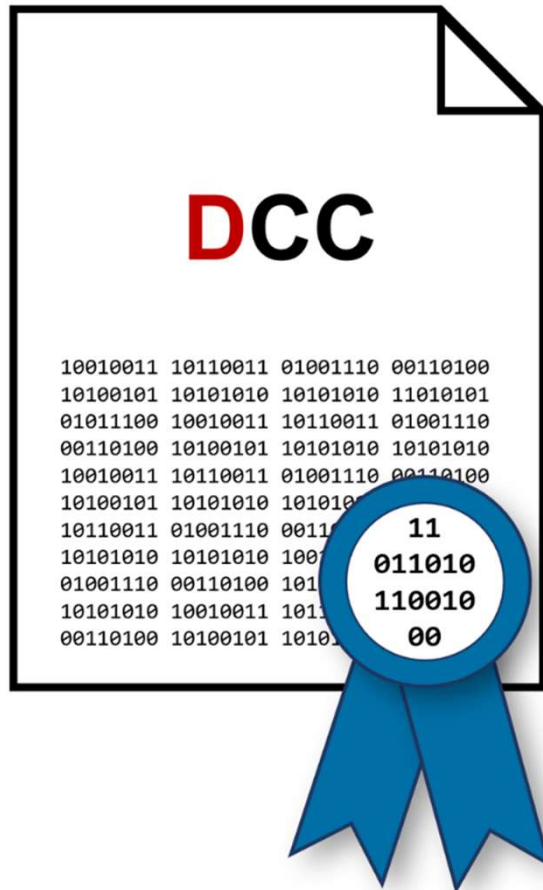
Workflow - Vereinfacht!



Entsprechend Kundenanforderungen:

- Datenbank / Datei / Web-Applikation
- Nur Meta-Daten, wenn ausreichend
- Messdaten / Konformitätsaussage bei Bedarf
- Automatische Drift-Analyse o.ä.

# Wie sieht der Weg jetzt aus?



XML-basiertes Austauschformat



Entwickelt mit vielen deutschen und internationalen Partnern, mit und für die Industrie



Automatisierte xml-Validierung



Digitale Signaturen und Siegel

# Wie sieht der Weg jetzt aus?



## DCCs im Praxistest – Metrologische Rückführung auf Knopfdruck

Startseite > QI-Digital > DCCs im Praxistest – Metrologische Rückführung auf Knopfdruck

### DCCs im Praxistest – Metrologische Rückführung auf Knopfdruck

Wir haben den herkömmlichen Papierkalibrierschein durch den digitalen Kalibrierschein (DCC) für die Messgröße Temperatur ersetzt. Dieser enthält nicht nur sämtliche erforderlichen Informationen, sondern ist auch für Maschinen lesbar.

<https://netzwerke.bam.de/Netzwerke/Content/DE/Standardartikel/Netzwerke/QI-Digital/dcc.html>

## Towards fully automated metrological traceability in process monitoring: a demonstrator approach highlighting the benefits of Digital Calibration Certificates (DCCs)

Nanine Brunner<sup>1</sup>, Marcus Thomas<sup>1</sup>, Dominic Deuber<sup>2</sup>, Carlo Tiebe<sup>1</sup>, and Michael Melzer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Unter den Eichen 87, 12205 Berlin, Germany

<sup>2</sup>Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS), Spittelmarkt 10, 10117 Berlin, Germany

**Correspondence:** Michael Melzer ([michael.melzer@bam.de](mailto:michael.melzer@bam.de))

Received: 11 October 2025 – Revised: 23 December 2025 – Accepted: 3 January 2026 – Published: 28 April 2026

Brunner, N., Thomas, M., Deuber, D., Tiebe, C., and Melzer, M.: Towards fully automated metrological traceability in process monitoring: a demonstrator approach highlighting the benefits of Digital Calibration Certificates (DCCs), J. Sens. Syst., 15, 77–87, <https://doi.org/10.5194/jsss-15-77-2026>, 2026.

The demonstrator software is entirely implemented in Python. The functional source code can be found at <https://doi.org/10.5281/zenodo.18963210> (Brunner, 2026)

# Wie kann ich auf dem Weg starten?

- Analyse bestehender Strukturen und Prozesse
- Entwicklung einer Strategie zur Erstellung digitaler Kalibrierscheine
- Recherche zum Stand der Dokumentation zum DCC
- Implementierung
- Einführung gemäß Anforderung der ISO/IEC 17025

# Wie kann ich auf dem Weg starten?

Workflow - Vereinfacht!



Digitale  
Datenerzeugung



# Wie kann ich auf dem Weg starten?

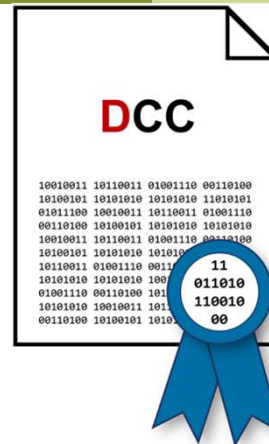
Wege zur XML-Datei

## Meta-Daten

Labor, Kunde, Personal, Kalibriergegenstand

## Labor-Daten

Mess- und Anzeigewerte, Messunsicherheiten, Funktionstests, weitere Informationen



Individuell im Labor implementieren:

- abgängig von der Struktur
- abhängig von der Datenbereitstellung

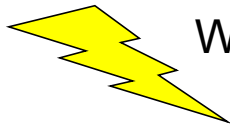
QR-Codes als Möglichkeit zur Nutzung von Daten aus proprietären Systemen

Verifizierung / Software-Validierung abhängig von der Implementierung

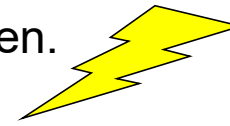
# Wann darf ich auf dem Weg starten?

Jederzeit, aber...

Viele, besonders fachübergreifende Fragestellungen noch in Bearbeitung.



Wer schon implementiert hat, wird später anpassen.



Tipp: DKD-E 0-3 dokumentiert Antworten besonders zu fachübergreifenden Fragestellungen.



# Erfahrungen und erste Rückmeldungen vom Weg

Einstieg zum DCC hat Hürden:

- Wenig fertiges Informationsmaterial
- Viele verteilte, teils nur DKD-interne Quellen
- keine eingängige Dokumentation für Programmierer
- Nur mit Papier/PDF erfüllbare Normforderungen
- einige messgrößenspezifische Expertenberichte
- Offene Diskussionen zu Details / refTypes
- Viele offene Grundsatzfragen - exemplarisch:
  - Verweis auf Akkreditierung (international derzeit ohne Siegel!)
  - Codierte Symbole (DKD / Akkreditierung)
- Einige Musterkalibrierscheine verfügbar
- ...es gibt vielfältigste Ideen

Kunden zum DCC:

- Wenige Anfragen
- Erste Nutzer fordern Einführung zum 01. Januar 2027
- Oft nur Nutzung der META-Daten

Labore zum DCC:

- Welche Hersteller unterstützen den DCC?
- Gibt es schon Software für den DCC?

# Am Ziel

Medienbruchfrei



Fehlerfrei



Effizienz



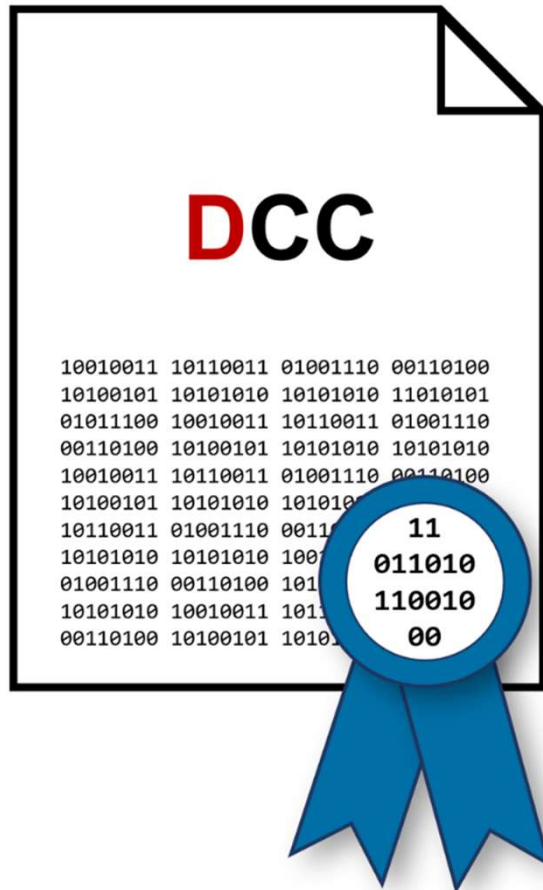
Maschinen-  
interpretierbar



Nachhaltig



# Am Ziel



XML-basiertes Austauschformat



Entwickelt mit vielen deutschen und internationalen Partnern, mit und für die Industrie



Automatisierte xml-Validierung



Digitale Signaturen und Siegel



Automatisierte Validierung

**Der Weg geht weiter...**

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.**



**Besonderen Dank an das DCC2Ind Projekt-Team**

**Insbesondere**

**Shanna Schönhals, Wiebke Heeren, Regina Deschermeier**

# Der Weg geht weiter...



## Vielen Dank für die Aufmerksamkeit.

## Fragen ?!?

Dipl.-Ing. Jens Schüür

[j.schueuer@elmttec.de](mailto:j.schueuer@elmttec.de)