

# Konformität digital nachweisen: Maschinenlesbare Zertifikate für mehr Vertrauen und Effizienz

## Executive Summary

Die fortschreitende Digitalisierung und die Komplexität globaler Lieferketten erfordern ein Umdenken in der Qualitätsinfrastruktur (QI). Papierbasierte Prozesse werden den Anforderungen der digitalen Wirtschaft nicht mehr gerecht. Um wettbewerbsfähig zu bleiben und Handelshemmnisse abzubauen, müssen diese Strukturen modernisiert werden.

Digitale, maschinenlesbare Zertifikate ermöglichen eine Neugestaltung der Qualitätssicherung entlang globaler Wertschöpfungsketten. Sie bieten Verbraucher\*innen, Wirtschaft und Behörden erhebliche Vorteile, erleichtern die Automatisierung von Konformitätsprüfungen und unterstützen die Einhaltung komplexer regulatorischer Anforderungen. Zentrale Elemente einer digitalen QI wie digitale Zertifikate bilden im Zusammenspiel mit SMART Standards, kontinuierlicher Überwachung, KI-unterstützter Konformitätsbewertung, Datenräumen und dem Digitalen Produktpass (DPP) ein digitales Ökosystem, das Transparenz fördert, Effizienz steigert und Vertrauen stärkt.

## Unsere Handlungsempfehlungen im Überblick:

1. **Definition und Ausarbeitung relevanter Anwendungsfälle:** Konkrete Anwendungsfälle identifizieren, um Potenziale digitaler Zertifikate aufzuzeigen und Akzeptanz zu fördern; Experimentierfelder unterstützen.
2. **Gestaltung des rechtlichen Rahmens:** Klare rechtliche Grundlagen für digitale Zertifikate schaffen, Gesetze und Verwaltungspraxis national und international anpassen, Zusammenarbeit relevanter Institutionen fördern, Reallabore als Testräume nutzen.
3. **Schaffung notwendiger Normen und Standards:** Technische und weitere Normen entwickeln, um Interoperabilität zu gewährleisten; Semantik sektorenübergreifend harmonisieren und internationale Kooperation stärken.
4. **Schaffung der notwendigen Infrastruktur:** Robuste IT-Infrastruktur für digitale Zertifikate aufbauen, Zertifizierungs- und Akkreditierungsstellen unterstützen; in Forschung und Entwicklung praxisnaher Lösungen investieren.
5. **Förderung der Nutzung und Akzeptanz:** Anwendung digitaler Zertifikate durch Aufklärung, Schulungen und Hilfestellungen steigern; Pilotprojekte etablieren und Industrie- sowie Branchenverbände als Multiplikatoren nutzen.

Dieses Impulspapier soll anregen, das Potenzial digitaler Zertifikate zu nutzen, um die Qualitätsinfrastruktur zu stärken. Es lädt zum Dialog und zur Zusammenarbeit ein und dient als Anregung für künftige Entwicklungen und Implementierungen.

## 1. Einleitung

Das Bedürfnis von Konsument\*innen und Unternehmen nach Vertrauen und Sicherheit nimmt angesichts komplexer werdender Lieferketten, sich wandelnder rechtlicher Anforderungen sowie neuer und digitaler Technologien zu. Unternehmen sehen sich mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert, darunter steigenden Kosten, einem Mangel an Fachkräften, internationalem Wettbewerb und wachsendem Innovationsdruck. Gerade im Kontext von digital vernetzten Produktionsumgebungen und Wertschöpfungsnetzwerken können innovative, digitale Lösungen für die Qualitätssicherung und deren Nachweis wertvolle Beiträge leisten um Vertrauen, Transparenz und Effizienz zu fördern.

Ein zentrales Element der digitalen Transformation der Qualitätsinfrastruktur (QI) stellen digitale Zertifikate<sup>1</sup> dar, die über die bloße Digitalisierung bestehender Papierdokumente hinausgehen. Dies erlaubt eine grundlegende Neugestaltung der Qualitätssicherung entlang globaler Wertschöpfungsketten. Zudem können maschinenlesbar und -verarbeitbare Zertifikate eine erfolgreiche Einführung des Digitalen Produktpasses (DPP) fördern und so zum Erreichen der damit verbundenen Nachhaltigkeitsziele beitragen.

Maschinenlesbare Anforderungen über smarte Standards und digitale Zertifikate als vertrauenswürdige Nachweise für beispielsweise den DPP bilden im Zusammenspiel mit modernen Qualitätssicherungsmethoden und vernetzten Prozessen eingebettet in sichere Datenräume das nötige digitale Ökosystem für eine moderne QI (Abb. 1).

Im Zusammenspiel entfalten diese Instrumente und Verfahren ihre volle Wirkung und tragen dazu bei, die Qualitäts- und Sicherheitsaussagen einer Prüfung oder Zertifizierung in einer zunehmend digitalisierten Welt auf ein neues Niveau zu heben.

---

<sup>1</sup>Im Rahmen dieses Impulspapiers bezeichnet der Begriff „Zertifikate“ Konformitätsbestätigungen von unabhängigen Stellen, die aus sämtlichen Bewertungstätigkeiten wie Prüfung, Inspektion oder Zertifizierung resultieren. Zur Vereinfachung wird hier ausschließlich der Begriff „Zertifikat“ verwendet, wobei stets alle Typen der Konformitätsbestätigungen gemäß ISO/IEC 17000:2020 gemeint sind.

## 2. Elemente der digitalen Qualitätsinfrastruktur

Die Qualitätsinfrastruktur (QI), bestehend aus Normung, Konformitätsbewertung, Akkreditierung, Metrologie und Marktüberwachung, ist ein Teil der digitalen Transformation der Wirtschaft. Im Zuge dieses Wandels werden zentrale Werkzeuge und Verfahren der QI zunehmend digitalisiert benötigt. Entsprechende digitale Instrumente und Systeme formen die moderne QI (vgl. beispielhaft Abb. 1 und Tab. 1).

Digitale Abbildungen von Standards, Zertifikaten und anderen Qualitätsinformationen bieten erhebliche Potenziale zur Effizienzsteigerung. Durch die Bereitstellung maschinenlesbarer Informationen wird eine automatisierte Anwendung und Bearbeitung möglich, was Prozesse erheblich beschleunigt und optimiert. Diese digitalen Dokumente sind nicht nur Schlüsselkomponenten für eine digital transformierte Wirtschaft, sondern eröffnen auch neue Handlungsfelder zur Bewältigung aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen.

Ein herausragendes Beispiel für den Nutzen digitaler Formate ist der Digitale Produktpass. Dieser ist ein zentrales Instrument zur Förderung der Kreislaufwirtschaft, da er produktspezifische Informationen entlang des Produktlebenszyklus und der gesamten Wertschöpfungskette zentral verfügbar macht. Dadurch erhält er einen unschätzbaren Wert für die Nutzung, das Recycling und die Entsorgung von Produkten. Durch die Bereitstellung relevanter Informationen mittels digitaler Prozesse und Werkzeuge der QI wird eine effiziente und rückverfolgbare Implementierung ermöglicht.

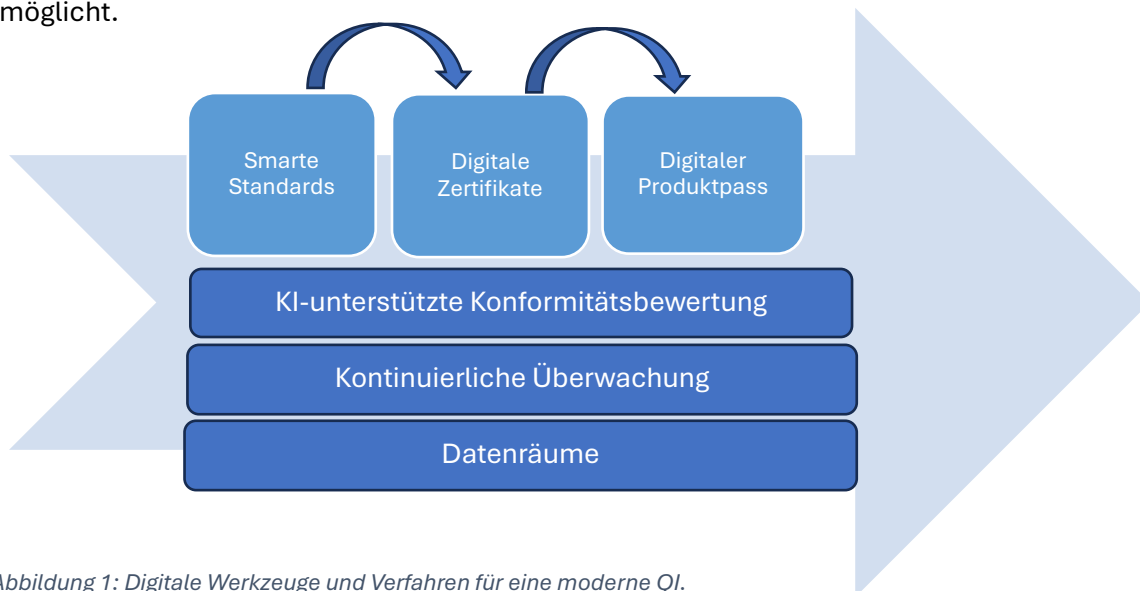


Abbildung 1: Digitale Werkzeuge und Verfahren für eine moderne QI.

Auch vor dem Hintergrund sich kontinuierlich ändernder Produkte, etwa durch Software-Updates oder selbstlernende Systeme wie Künstliche Intelligenz, wird der Nutzen digitaler Konformitätsverfahren und -nachweise deutlich. Eine automatisierte und fortlaufende Überwachung ermöglicht es, Zertifikatsaussagen regelmäßig zu überprüfen und Systemänderungen zu bewerten. Zudem kann der Einsatz von Künstlicher Intelligenz bei Zertifizierungsprozessen erheblich unterstützen, indem sie zur Präzisierung und Beschleunigung von Analysen beiträgt. So können umfangreiche Datenmengen durch KI umfassend und effizient

analysiert werden. In Kombination ermöglichen diese Bausteine eine durchgehend digitale Qualitätssicherung.

Digitalisierte Werkzeuge und Verfahren einer modernen Qualitätsinfrastruktur	
SMART Standards	Ermöglichen es, Informationen aus Normen und Standards in einer maschinenlesbaren und interpretierbaren Form bereitzustellen.
Kontinuierliche Überwachung	Ein System, das eine kontinuierliche Überwachung und Überprüfung der Anforderungen an Bewertungsgegenstände ermöglicht, sodass eine automatisierte Aktualisierung des digitalen Zertifikats sowie der darin enthaltenen Aussagen sichergestellt ist.
KI-unterstützte Konformitätsbewertung	Digitale Technologien wie Künstliche Intelligenz unterstützen den Bewertungsprozess und ermöglichen so schnellere und präzisere Analysen von Daten, wodurch die Effizienz und Genauigkeit gesteigert und somit Ressourcen optimal eingesetzt werden können.
Digitale Zertifikate	Eine Bewertungsaussage, die die Konformität mit Anforderungen maschinenlesbar und interpretierbar nachweist.
Datenräume	Bieten eine föderierte, offene Infrastruktur, um Zertifikate und andere relevante Daten sicher, souverän und verlässlich mit berechtigten Stakeholdern zu teilen.
Digitaler Produktpass (DPP)	Fasst nachhaltigkeitsrelevante Informationen über ein Produkt zusammen, darunter die verwendeten Komponenten, Materialien, chemischen Substanzen sowie Daten zur Reparierbarkeit, Verfügbarkeit von Ersatzteilen und fachgerechten Entsorgung.

*Tabelle 1: Die zentralen Werkzeuge und Verfahren der digitalen Qualitätsinfrastruktur. Ihr Zusammenspiel und Ineinandergreifen ermöglicht ein kohärentes und leistungsfähiges System.*

Digitale Zertifikate sind ein entscheidendes Werkzeug für die Weiterentwicklung der QI, da sie die Konformität von Bewertungsgegenständen mit den relevanten Anforderungen maschinenlesbar dokumentieren. Dies ermöglicht eine effizientere und transparentere Rückverfolgbarkeit. Dadurch kann nicht nur der Handel auf Binnenmärkten erleichtert, sondern auch die Akzeptanz auf internationalen Märkten gefördert werden. Digitale Zertifikate erhöhen damit wesentlich die Interoperabilität von Wirtschaftsräumen und unterstützen die Integration der Märkte.

### 3. Herausforderungen in der Qualitätsinfrastruktur

Die Qualitätssicherung und Nachweisführung erfolgen derzeit noch überwiegend in (papierbasierter) Dokumentenform, was im Kontrast zu einer zunehmend digitalen und vernetzten Arbeitsweise steht. Dies führt mitunter zu **aufwändigen und fehleranfälligen manuellen Prozessen**, während die Vorteile moderner Technologien, wie die digitale Verfügbarkeit von Qualitätsdaten, weitgehend ungenutzt bleiben.

Des Weiteren führt die Implementierung neuer gesetzlicher Anforderungen zunächst zu **bürokratischen Aufwänden**, wie sich exemplarisch bei der Einführung des Digitalen Produktpasses (DPP) im Rahmen der Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (ESPR) manifestiert. In Anbetracht dieser vorherrschenden Umstände erweist sich eine effiziente und effektive Umsetzung mit (papier-) dokumentenbasierten Prozessen mitunter als zunehmend herausfordernd.

Die bestehenden Herausforderungen werden deutlich, anhand der drei zentralen Aspekte der QI (vgl. Abb. 2):

#### Effizienz

Die vorwiegend analogen Prozesse in der QI lassen bei allen beteiligten Akteuren zahlreiche Effizienzpotentiale ungenutzt, die durch digitalisierte Prozesse und Werkzeuge der QI erschlossen werden können.

Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette investieren erhebliche Ressourcen in ihre Qualitätssicherung, insbesondere auch in entsprechende Qualitätsnachweise. Durch die nahtlose Integration qualitätsrelevanter Informationen in bestehende Systeme können Prozesse deutlich vereinfacht und beschleunigt werden. Dies reduziert nicht nur den Aufwand bei der Verwaltung, sondern ermöglicht auch eine flexible und effiziente Anpassung von Zertifikaten – sei es beispielsweise bei Produktänderungen oder Lieferantenwechseln. Unternehmen profitieren von aktuellen Informationen und einer transparenten Nachverfolgbarkeit chronologischer Entwicklungsstände.

Auch Konformitätsbewertungsstellen profitieren vom Einsatz digitaler Lösungen, die ihre Prozesse bei der Erstellung, Verwaltung und Überprüfung von Zertifikaten noch effizienter gestalten. Vor dem Hintergrund des zunehmenden Fachkräftemangels sowie steigender bürokratischer Anforderungen ist eine effiziente Prüfung und Verifizierung von Dokumenten auch für Behörden herausfordernd. Zudem bedeuten umfangreiche Begutachtungen in einem (papier-) dokumentenbasierten System auch für die Akkreditierung unnötige Erschwernis.

#### Transparenz

Eine zentrale Herausforderung der aktuellen, dokumentenzentrierten Systeme besteht darin, die notwendige Transparenz sicherzustellen. Die erforderlichen Nachweise und Dokumente sind oft schwer zugänglich und schwer nachzuvollziehen, was die Effizienz und Zuverlässigkeit der Informationsverarbeitung beeinträchtigt. Sprachbarrieren und kulturelle Unterschiede erschweren zudem die internationale Anerkennung von Zertifikaten, was den globalen Handel hemmt. Unternehmen und Endverbraucher\*innen

kämpfen zudem mit der Interpretation und dem Vergleich verschiedener Zertifikate, was die Entscheidungsfindung und das Vertrauen in Produkte beeinträchtigt. Im Bereich der Metrologie ergeben sich zusätzliche Herausforderungen hinsichtlich der Rückverfolgbarkeit von Messungen.

### Vertrauen

Die Integrität und Glaubwürdigkeit sind Grundpfeiler der QI und entscheidend für die Gewährleistung eines transparenten Handels. Dokumentenfälschungen stellen daher eine erhebliche Gefahr für die Erfüllung dieser Aufgaben dar, da sie das Vertrauen in die Qualitätssicherung untergraben. Darüber hinaus führt die Existenz von veralteten Zertifikaten, die auf überholten Anforderungen basieren, zu einem Verlust an Transparenz und Vertrauen. Die Authentifizierung von Zertifikaten kann zudem mit hohem Aufwand und anspruchsvollen Verfahren verbunden sein, was zusätzliche Herausforderungen bei der Sicherstellung der Verlässlichkeit und Aktualität der Informationen mit sich bringt.

Das zentrale Wirkungsprinzip der QI besteht darin, durch Transparenz Vertrauen bei Wirtschaftsakteuren aufzubauen und so einen reibungslosen Handel zu ermöglichen. Die Digitalisierung der Instrumente und Verfahren der QI bringt zusätzliche bedeutende Effizienzgewinne mit sich und stärkt somit die Fähigkeiten der QI, ihre Aufgaben noch effektiver zu erfüllen.

Die dargestellten vielschichtigen Herausforderungen verdeutlichen die Notwendigkeit einer umfassenden Transformation der QI hin zu digitalen Lösungen. Nur durch die Umsetzung entsprechender Maßnahmen kann den Anforderungen einer zunehmend digitalisierten und globalisierten Wirtschaft entsprochen und das Vertrauen aller Beteiligten gestärkt werden. Einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung dieser Herausforderungen stellen digitale, maschinenlesbare Zertifikate dar.

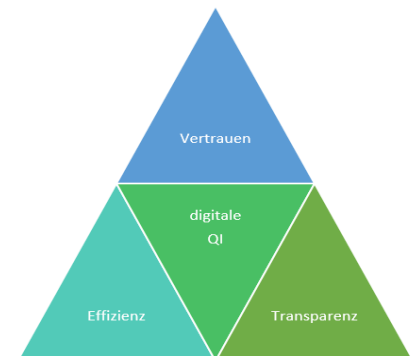


Abbildung 2: Zentrale Aspekte in der QI lassen sich mittels Digitalisierung

## 4. Potenziale digitaler Zertifikate

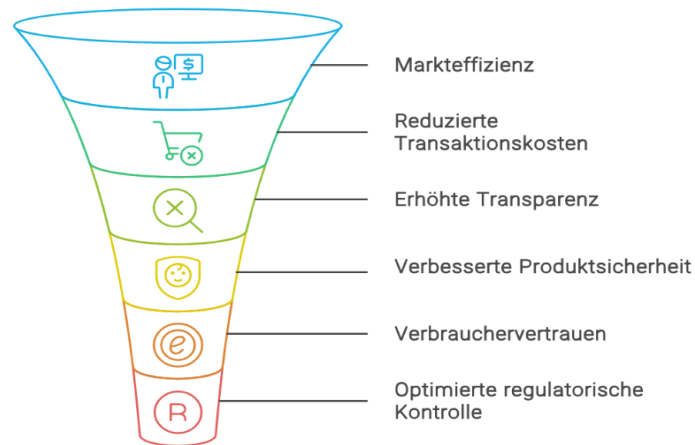


Abbildung 3: Vorteile digitaler Zertifikate.

Die Digitalisierung eröffnet eine Vielzahl von Vorteilen bei Ausstellenden und Nutzenden von Zertifikaten, die über den rein technischen Fortschritt hinausgehen (vgl. Abb. 3). Insbesondere in den Aufgabenfeldern von Prüf- und Zertifizierungsstellen, Akkreditierungsstellen sowie der Marktüberwachung eröffnet die Digitalisierung neue Möglichkeiten. Dazu gehören die effizientere Gestaltung von Prozessen, die Senkung der Transaktionskosten und eine deutliche Verbesserung der Transparenz. Diese resultiert aus einer erweiterten Informationsbasis durch die Verfügbarkeit und Bereitstellung digitaler Daten, die gerade im Hinblick auf zukünftige gesellschaftliche und wirtschaftliche Herausforderungen von zentraler Bedeutung sind. Themenfelder wie soziale Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft, Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie Integration künstlicher Intelligenz erfahren durch diese Entwicklungen eine signifikante Förderung. Digitale Nachweismethoden erlauben eine Effizienzsteigerung im internationalen Handel, indem sie den Verwaltungs- und Bürokratieaufwand reduzieren und eine schnellere Übermittlung und Validierung von Zertifikaten ermöglichen.

Eine einheitliche Datenkommunikation, welche mittels regulierter Zugriffsrechte nicht nur Marktteilnehmenden, sondern auch Marktüberwachungsbehörden einfachen Zugriff auf transparente und fälschungssichere Informationen bietet, ermöglicht eine lückenlose Nachweisführung entlang der gesamten Liefer- und Produktionskette sowie des gesamten Produktlebenszyklus bis hin zum Recycling. Die digitale Dokumentation erlaubt eine präzise Rückverfolgung von Recyclinganteilen, grauer Energie und Emissionen, die während der Produktion eines Produkts entstanden sind. Infolgedessen stellt sie einen essenziellen Bestandteil der Kreislaufwirtschaft dar und spielt eine ausschlaggebende Rolle bei der Verwirklichung der Klimaziele.

### Hersteller und Händler

Für Hersteller und Händler eröffnet die Einführung digitaler Nachweismethoden neue Chancen. Digitale Zertifikate fördern die Transparenz durch Echtzeit-Nachweise und lassen sich nahtlos in bestehende digitale Systeme von Organisationen integrieren. Die

Möglichkeit der flexiblen Anpassung bei Modifikation und Weiterentwicklung von Produkten reduziert die Qualitätskosten. Gleichzeitig wird die Marktakzeptanz gestärkt und die Einhaltung regulatorischer Anforderungen unterstützt. Hersteller und Händler profitieren von einem klaren Wettbewerbsvorteil, da die erhöhte Transparenz von Digitalen Zertifikaten bürokratische Hürden und wirtschaftliche Hemmnisse abbaut, was den Zugang zu internationalen Märkten erleichtert.

Die Implementierung digitaler Zertifikate in die QI erlaubt eine kontinuierliche Aktualisierung von Produktbewertungen gemäß dem neuesten Stand der Technik. Gleichzeitig können veraltete Bewertungen systematisch überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden. Diese Flexibilität erlaubt schnelle und unkomplizierte Änderungen und Aktualisierungen, ohne dass die Notwendigkeit neuer physischer Dokumente gegeben ist. Dies resultiert in einer gesteigerten Produktsicherheit und Produktqualität, was wiederum einen gesellschaftlichen Mehrwert schafft. Die Integration digitaler Nachweise in digitale Prozesse für die Ausstellung und Verwaltung von Zertifikaten führt zu einer signifikanten Reduktion des administrativen Aufwands und damit verbundener Kosten. Die Standardisierung von Digitalisierungsprozessen und -dokumenten erlaubt eine erleichterte Zusammenarbeit mit anderen relevanten Stakeholdern.

#### **Endverbraucher\*innen**

Für Endverbraucher\*innen bieten digitale Zertifikate eine Vielzahl von Vorteilen, indem sie die Authentizität und Sicherheit von Produkten bestätigen. Des Weiteren bieten digitale Zertifikate einen erhöhten Schutz vor Fälschungen, der durch Verschlüsselung und digitale Signaturen gewährleistet wird. Zudem ermöglicht eine einfache und transparente Überprüfung der Produktinformationen in Echtzeit eine effektive Nachvollziehbarkeit. Verbraucher\*innen können durch Zugriff auf digitale Zertifikate von einer optimierten Nachverfolgbarkeit profitieren, die sich insbesondere bei der Identifikation von Qualitätsmängeln und Produktrückrufen als vorteilhaft erweist. Zudem trägt eine schlanke und klare Dokumentation, die den Papieraufwand reduziert und verlässliche Nachweise bereitstellt, dazu bei, informierte Kaufentscheidungen zu erleichtern und das Vertrauen in die Produktqualität zu stärken.

#### **Regelsetzer**

Für Regelsetzer bspw. in der Politik können digitale Zertifikate eine optimierte Datenbasis zur Verfügung stellen, welche die Grundlage für fundierte wirtschaftspolitische Entscheidungen bieten kann. Die Auswirkungen von Regulierungen auf die betreffenden Märkte ließen sich so leichter erfassen. Auf diese Weise kann die Effektivität von Regulierungen evaluiert und eine zielgerichtete Gesetzgebung etabliert werden. Weiterhin fördern standardisierte digitale Nachweise die globale Kompatibilität und erleichtern die internationale Zusammenarbeit und Anerkennung, was den internationalen Handel und Austausch unterstützt.



## 5. Aktuelle Entwicklungen und Anforderungen

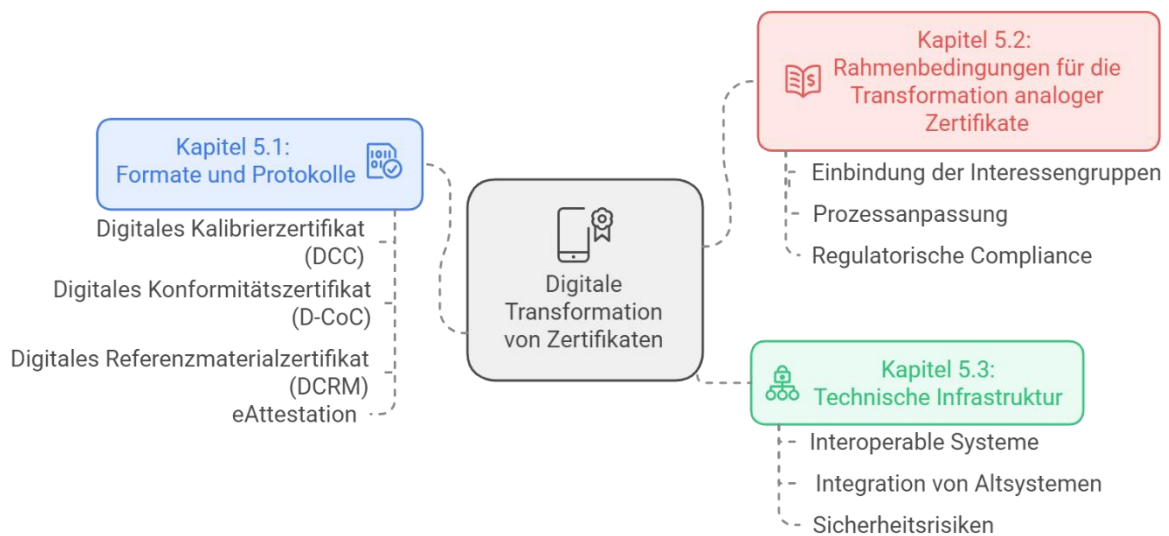


Abbildung 4: Die Transformation hin zu digitalen Konformitätsnachweisen erfordert vielfältige Maßnahmen.

Die fortschreitende Digitalisierung hat sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene zu Bestrebungen geführt, Zertifikate digital und maschinenlesbar zu gestalten. Diese Entwicklungen gehen über die bloße Digitalisierung bestehender Papierdokumente hinaus und ermöglichen eine grundlegende Neugestaltung der Qualitätssicherung in intelligenten Fertigungsumgebungen sowie entlang komplexer globaler Wertschöpfungsketten. Die digitalen Lösungen bieten Wirtschaft und Behörden erhebliche Vorteile, indem sie sowohl die Zertifizierungsprozesse erleichtern als auch die Einhaltung komplexer regulatorischer Anforderungen unterstützen. Eine erfolgreiche Umsetzung erfordert jedoch zielgerichtete Maßnahmen was Technologie und Rahmenbedingungen betrifft (siehe Abb. 4).

### 5.1 Formate und Protokolle

Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung dieser Transformation ist die Entwicklung einheitlicher Formate und Protokolle für digitale Zertifikate. Die Vielzahl an Nachweisen, welche von Kalibrierscheinen über Prüfberichte bis hin zu Zertifikaten für Produkte, Managementsysteme und Referenzmaterialien reicht, bedingt eine übergreifende, modulare Datenstruktur, um eine effektive und effiziente Transformation zu gewährleisten. Dabei ist eine übergeordnete, modulare Schemastruktur erforderlich, um eine schnelle Entwicklung voranzutreiben, die Umsetzung zu erleichtern und die Akzeptanz zu fördern.

#### Digitaler Kalibrierschein (DCC)

Ein Beispiel für die Umsetzung dieser Anforderungen ist der digitale Kalibrierschein (DCC), ein XML-Schema, das von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) seit 2017 entwickelt wird. Es enthält die gesamte Menge der Kalibrierinformationen in einer für Computer verständlichen Struktur, sodass diese Daten direkt in digitalen Systemen ausgelesen und automatisiert weiterverwendet werden können. Die Anforderungen der für Laboratorien relevanten Norm ISO/IEC 17025 werden dabei erfüllt. Zur

Harmonisierung und Etablierung erfolgt eine Abstimmung der Arbeiten in nationalen und internationalen Gremien sowie die Entwicklung von Hilfsmitteln zur Erstellung, Bearbeitung und Ansicht der Kalibrierinformationen.

### **Digitales Konformitätszertifikat (D-CoC)**

Die Basis digitaler Konformitätszertifikate soll durch komplexe Datenstrukturen aus mehreren Teil-Datenstrukturen gebildet werden. In Deutschland erarbeitet die PTB entsprechende Lösungen, ausgehend vom Bereich des Mess- und Eichgesetzes sowie des New Legislative Framework (u. a. Produktzertifizierung nach Messgeräte-Richtlinie sowie ATEX). Auf internationaler Ebene werden ähnliche Entwicklungen vorangetrieben.

### **Digitales Referenzmaterialzertifikat (DCRM)**

Die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) entwickelt auf Basis des DCC ein Schema für digitale Referenzmaterial-Zertifikate (Digital Certificate of Reference Materials – DCRM), welches die Anforderungen der ISO 17034 für Zertifikate in einer für Computer verständlichen Struktur enthält. Dadurch können die Daten direkt in digitalen Systemen ausgelesen und automatisiert weiterverwendet werden. Zusätzlich sollen auch Daten des Produktinformationsblatts mit weiteren Details berücksichtigt werden im Sinne eines umfassenden Digitalen Referenzmaterialdokuments (DRMD).

### **eAttestation**

Werden digitale Zertifikate mit dem bereits bei der Deutschen Akkreditierungsstelle DAkkS beantragbaren digitalen Akkreditierungssymbol gesiegelt, so lässt sich die Akkreditierung maschinenlesbar nachweisen. Die Bestätigung wird als eAttestation technisch abgesichert und vor unbemerkten Veränderungen geschützt.

Entsprechende Arbeiten zu den verschiedenen Konformitätsnachweisen finden auf nationaler und internationaler Ebene in diversen Projekten statt. Dazu gehören auch neue Arbeiten zu digitalen Prüfberichten (DTR) sowie eine übergeordnete Metastruktur für alle Arten von Konformitätsbestätigungen (DX). Dabei spielen neben der Entwicklung und Standardisierung der Schemata auch deren Erprobung in verschiedenen Anwendungsfällen eine entscheidende Rolle. In Deutschland geschieht dies z.B. in der Initiative QI-Digital, wo in Pilotprojekten aus der modernen Produktion, Überwachung technischer Anlagen und Laborpraxis entsprechende Lösungen erforscht und demonstriert werden.

## **5.2 Rahmenbedingungen für die Transformation analoger Zertifikate**

Neben der Entwicklung der Formate und Schemata, erfordert die Transformation von analogen, dokumentenbasierten hin zu maschinenlesbaren Zertifikaten eine sorgfältige Planung und Berücksichtigung verschiedener weiterer Aspekte und diverser Stakeholder. Die Umstellung ist mit einigen Herausforderungen verbunden, die aus fehlenden harmonisierten Ansätzen zwischen Akteuren, der Neugestaltung lange etablierter Praktiken sowie einer noch nicht weit verbreiteten Erfahrung im Umgang mit digitalen Zertifikaten resultieren.

So müssen bestehende Prozesse angepasst werden, um die neuen digitalen Nachweise effizient zu integrieren. Unternehmen müssen sicherstellen, dass ihre internen Prozesse und IT-Systeme kompatibel sind und die neuen Anforderungen erfüllen. Gleiches gilt für Behörden, die zudem

klare Richtlinien und Standards vorgeben und deren Einhaltung überwachen müssen. Die gesamte Wertschöpfungskette muss in den Transformationsprozess einbezogen werden, um sicherzustellen, dass die neuen Nachweise akzeptiert und verstanden werden.

Es sind Prozesse, Standards sowie eine geeignete Infrastruktur erforderlich, um die Interoperabilität zu gewährleisten. Wenngleich auch hinsichtlich Verlust oder Fälschung von Dokumenten und Sicherheitsmerkmale wie Wasserzeichen und Siegel erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen, analogen Zertifikaten vorhanden sind, müssen weiterhin Sicherheits- und Integritätsrisiken adressiert werden. Neben der Berücksichtigung von Datenschutzerfordernissen muss zudem der allgemeine Kompetenzaufbau für eine erfolgreiche Implementierung unterstützt werden.

Die fortschreitende Digitalisierung erfordert eine Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen für die Ausstellung und Verwendung digitaler Zertifikate. In Kooperation mit Regelsetzern und der Deutschen Akkreditierungsstelle (DAkkS) sollten Vorschläge erarbeitet werden, um eine rechtliche Grundlage für die digitale Transformation zu schaffen. Es ist von essenzieller Bedeutung, den internationalen Austausch und die Kooperation bei der Regulierung und Verwendung digitaler Zertifikate zu intensivieren, um eine globale Kompatibilität zu gewährleisten.

Um die Vorteile digitaler Zertifikate voll auszuschöpfen und die Nachteile analoger Dokumentationen zu überwinden, ist ein holistischer Ansatz erforderlich. So wird es Prüf- und Zertifizierungsorganisationen, Unternehmen entlang der Lieferketten und Behörden ermöglicht, Prozesse zum Erstellen, Lesen, Verifizieren und Zurückziehen von Zertifikaten standardisiert und interoperabel zu etablieren und so die Effizienz und die Zuverlässigkeit der Zertifikate weiterhin zu steigern und gleichzeitig die Grundlage für Innovationen zu schaffen.

### 5.3 Technische Infrastruktur

Mit der fortschreitenden Digitalisierung von Zertifikaten gehen auch Herausforderungen in Bezug auf die IT-Infrastruktur einher. Die Entwicklung interoperabler Systeme sowie die Integration diverser Legacy-Systeme erweisen sich als anspruchsvoll. Des Weiteren birgt die Digitalisierung sensibler Zertifikatsdaten neue Sicherheitsrisiken, welche das Vertrauen in digitale Lösungen belasten können. Es ist sicherzustellen, dass die Infrastruktur eine hinreichende Skalierbarkeit aufweist, um der steigenden Nachfrage nach digitalen Zertifikaten gerecht werden zu können. Gleichzeitig muss die Infrastruktur mit vertretbaren Kosten nutzbar sein, sodass sie auch für eine Vielzahl von Akteuren zugänglich bleibt.

Zudem muss ein digitales Ökosystem etabliert werden, das es ermöglicht, digitale Zertifikate vertrauensvoll, souverän und effizient zwischen Stakeholdern auszutauschen sowie weitere Assets der digitalen QI (bspw. SMART Standards) einzubinden. Hierfür bieten sich Datenräume der europäischen Gaia-X Initiativen an, die in Projekten wie Manufacturing-X, Catena-X oder Quality-X Lösungen für die sichere und standardisierte Datenverarbeitung sowie den Daten- und Informationsaustausch entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickeln. Über konzeptionelle und technische Entwicklungsarbeit lassen sich Lösungen für die Einbindung von Zertifikaten schaffen.

## 6. Handlungsempfehlungen

Aus den aktuellen Entwicklungen und Herausforderungen ergeben sich konkrete Handlungsfelder für die Politik, QI-Institutionen und Wirtschaftsakteure. Die erfolgreiche Etablierung digitaler Zertifikate in der Praxis und die Umsetzung der digitalen Transformation der Qualitätsinfrastruktur insgesamt erfordern sowohl technische Lösungen und strukturelle Anpassungen als auch klare politische Weichenstellungen. Diese umfassen die rechtlichen Rahmenbedingungen, die Entwicklung von Standards, die Verbesserung der Infrastruktur sowie die Förderung der Nutzung digitaler Zertifikate (siehe Abb. 5).



Abbildung 5: Handlungsfelder für eine erfolgreiche Implementierung digitaler Zertifikate in der Praxis.

### Definition und Ausarbeitung relevanter Anwendungsfälle

Die Identifizierung und Beschreibung von konkreten Anwendungsfällen für digitale Zertifikate ist ein wichtiger Schritt, um Bewusstsein für deren Potentiale zu schaffen und so die Anwendung zu fördern. Die Einsatzmöglichkeiten und Anwendungsfelder für digitale Zertifikate sind vielfältig. Entsprechende Szenarien aus technischer und Business-Case-Perspektive sind nötig. Neben Bereichen, in denen ohnehin eine dynamische Sicherheitserklärung in Echtzeit erforderlich ist, braucht es auch Informationen und geeignete Anreize für den freiwilligen Bereich. Zudem sollte die Einrichtung von Experimentierfeldern gefördert werden.

### Gestaltung des rechtlichen Rahmens

Die Legislative und die Exekutive müssen klare rechtliche Rahmenbedingungen und Verwaltungspraktiken für die Ausstellung, Nutzung und Anerkennung digitaler Zertifikate schaffen. Gesetze und Regelwerke sowie ihre Auslegung und Umsetzung müssen entsprechend auf ihre Tauglichkeit hinsichtlich der Etablierung von digitalen Zertifikaten und zugrundeliegenden digitalen Prozessen und Verfahren geprüft und ggf. angepasst

werden. Dabei ist neben der nationalen auch die europäische und internationale Perspektive zu berücksichtigen. Eine konsistente und wirksame Gestaltung des Rechtsrahmens und seiner Umsetzung macht es erforderlich, dass Gesetzgeber, Behörden, Akkreditierungsstellen und andere relevante Verwaltungsinstitutionen eng zusammenarbeiten und die internationale Abstimmung vorantreiben. Die Einrichtung von Reallaboren als Testräume für Innovation und Regulierung empfiehlt sich, um die Umsetzung zu fördern.

### **Schaffung notwendiger Normen und Standards**

Normen und Standards müssen sowohl die technische Ebene als auch die inhaltliche Struktur der Zertifikate abdecken, um die Interoperabilität zu gewährleisten. Eine standardisierte Grundlage ist von entscheidender Bedeutung, um die Etablierung maschinenlesbarer Zertifikate sowie digitale Transformation der Qualitätsinfrastruktur insgesamt zu beschleunigen. Neben Schnittstellen- und anderen technischen Aspekten umfasst das auch die Notwendigkeit, die Semantik für verschiedene Sektoren stärker zu harmonisieren. Hierfür ist neben dem Engagement von QI-Akteuren, Unternehmen und Verwaltung in internationalen Gremien auch die proaktive und gezielte Unterstützung durch die Politik erforderlich.

Durch einen harmonisierten, globalen Ansatz und internationale Kooperation muss globale Kompatibilität sichergestellt werden. Die Politik sollte dabei Initiativen wie QI-Digital international starten bzw. stärken, die bilaterale sowie multilaterale Regulierungen vorantreiben, um eine globale Anerkennung digitaler Zertifikate sicherzustellen. Pilotprojekte zur internationalen Anwendung harmonisierter Zertifikate könnten dabei wertvolle Erkenntnisse liefern und die globale Einführung digitaler Zertifikate beschleunigen.

### **Schaffung der notwendigen Infrastruktur**

Um die sichere und effiziente Ausstellung sowie Verwaltung digitaler Zertifikate zu gewährleisten, ist jetzt gemeinsames Handeln gefordert. Akteure aus Politik, Wirtschaft und QI müssen gemeinschaftlich darauf abzielen, eine robuste und zukunftsfähige IT-Infrastruktur zu schaffen, die den Anforderungen der digitalen Transformation rund um Konformitätsbewertung und –nachweise gerecht wird und gleichzeitig die Grundlage für nachhaltiges Wachstum und Innovation bildet.

Ebenso wie die Zertifizierungsstellen muss auch die Akkreditierungsstelle die zur Unterstützung digitaler Zertifikate notwendige IT-Infrastrukturen etablieren. Hierfür sind neben den technischen Lösungen sowohl Know-how als auch personelle Ressourcen erforderlich.

Damit digitale Zertifikate auf interoperablen und sicheren Plattformen wie den Datenräumen rund um Gaia-X-Initiativen eingebunden werden können, müssen konzeptionelle und technische Arbeiten entsprechend vorangetrieben und gefördert werden.

Gezielte Förderprogramme für Forschung und Entwicklung rund um die digitale Transformation der QI sind nötig, um die innovativen Lösungen bis in die Praxis zu bringen.

Dazu ist auch eine Förderung von Investitionen in moderne IT-Infrastrukturen durch die Bereitstellung von Fördermitteln und steuerlichen Anreizen für Unternehmen nötig. Auch die internationale Harmonisierung auf Regulierungs- und Normungsebene braucht strategische Unterstützung durch die Politik.

Normung und Forschungs- und Entwicklungsprojekte können auch den Rahmen bilden für förderliche Kooperationen und Partnerschaften zwischen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und öffentlichen Institutionen, um Anforderungen an Schnittstellen und Interoperabilität zu definieren, Synergien zu nutzen und Innovationen voranzutreiben.

Die verantwortlichen Instanzen der QI sollten zudem über die Entwicklung und Bereitstellung intuitiver und benutzerfreundlicher Softwarelösungen (Toolkits für digitale Zertifikate) den Einstieg erleichtern.

#### **Förderung der Nutzung und Akzeptanz**

Um die breite Anwendung digitaler Zertifikate in der Praxis zu unterstützen, sind verschiedene Maßnahmen erforderlich für die Förderung von Aufmerksamkeit hinsichtlich der Potentiale, um so Interesse seitens der Nutzenden für eine Implementierung zu schaffen. Neben Anreizen zur tatsächlichen Integration in die Unternehmensprozesse und entlang relevanter Netzwerke sind vor allem konkrete Hilfestellungen nötig. Aufklärungskampagnen sowie Informationsmaterial und Schulungsinitiativen können hierbei wertvolle Unterstützung leisten. Aber auch praktische Toolkits und Handreichungen bereitzustellen für konkrete Use Cases sowie Best Practices zu kommunizieren. Auch die Etablierung von Pilotprojekten und offenen Testumgebungen zur Demonstration und gemeinschaftlichen bedarfsgerechten Weiterentwicklung können wertvolle Bausteine einer erfolgreichen Transformation sein. Neben den verantwortlichen QI-Institutionen, Forschungseinrichtungen und politischen Akteuren sind hier auch Industrie- und Branchenverbände als Multiplikatoren gefragt für eine proaktive Kommunikation und Best-Practices in den jeweiligen Sektoren.

## Literaturhinweise

BMUV (2024). Was ist ein Digitaler Produktpass? Online abrufbar unter <https://www.bmuv.de/faq/was-ist-ein-digitaler-produktpass>

DAkKS (2024). Das digitale Akkreditierungssymbol. Website abrufbar unter <https://www.dakks.de/de/digitales-akkreditierungssymbol.html>

DCC (2024). Digital Calibration Certificate. Website abrufbar unter <https://www.ptb.de/dcc/>

DIN/DKE (2021). Whitepaper Szenarien zur Digitalisierung der Normung und Normen. Online abrufbar unter <https://www.dke.de/resource/blob/2272804/0a674443fb9a40f87ae5387e5b2fd2ba/idis-whitepaper-1-de---download-data.pdf>

DIN EN ISO/IEC 17000:2020-09. Konformitätsbewertung - Begriffe und allgemeine Grundlagen

QI-Digital (2024). Initiative Digitale Qualitätsinfrastruktur. Website abrufbar unter [www.qi-digital.de](http://www.qi-digital.de)

UNECE (2023). UN/CEFACT White Paper Digital Product Conformity Certificate Exchange. Online abrufbar unter [https://unece.org/sites/default/files/2023-10/WhitePaper\\_DigitalProductConformityCertificateExchange.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2023-10/WhitePaper_DigitalProductConformityCertificateExchange.pdf)

Schaffung notwendiger Standards

## **Autor\*innen und Kontakt**

**Marc Fliehe**

Leiter Fachbereich 4: Digitalisierung & Bildung

E-Mail: [marc.fliehe@tuev-verband.de](mailto:marc.fliehe@tuev-verband.de)

**Dr. Ingo Steinke**

Referent Akkreditierung, Normung und Klimaschutz

E-Mail: [ingo.steinke@tuev-verband.de](mailto:ingo.steinke@tuev-verband.de)

TÜV-Verband e. V.  
Friedrichstraße 136  
10117 Berlin

**Dr. Claudia Koch**

Referatsleiterin

**Dr. Anna Maria Elert**

**Lena Meyer**

Koordination Digitale Qualitätsinfrastruktur

Referat S.2 Digitalisierung der Qualitätsinfrastruktur

E-Mail: [qi-digital@bam.de](mailto:qi-digital@bam.de)

[www.bam.de/qi-digital](http://www.bam.de/qi-digital)

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)  
Unter den Eichen 87  
12205 Berlin

Oktober 2024