

Quality 4.0

Digitale Transformation im Qualitätsmanagement

Robert Scherrer

2026

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Treiber der Entwicklung	3
3	Kerntechnologien im Überblick	4
4	Predictive Quality statt reaktiver Fehlerprüfung	4
5	Auswirkungen auf bestehende QM-Normen	5
6	Chancen und Grenzen	5
7	Fazit und Ausblick	6
	Literaturverzeichnis	7

1 Einleitung

Quality-Miners (2026) beschreibt Industrie 4.0 als das Leitbild einer digital vernetzten, selbststeuernden und datengetriebenen industriellen Wertschöpfung, in der physische Produktionssysteme mit informationstechnischen Systemen zu cyber-physischen Gesamtsystemen integriert werden. Derselbe Beitrag von Quality-Miners (2026) betont zudem, dass Industrie 4.0 kein Ersatz für normative Anforderungen an Qualitätsmanagementsysteme ist – die Forderungen nach dokumentierter Information, Prozesslenkung, Risikobetrachtung und kontinuierlicher Verbesserung nach ISO 9001 bleiben demnach unverändert bestehen. Die American Society for Quality (2024) definiert Quality 4.0 als die Verbindung von Industrie-4.0-Technologien mit den etablierten Prinzipien des Qualitätsmanagements, mit dem Ziel, Leistungsfähigkeit und Wirksamkeit der Qualitätsarbeit substanziell zu steigern. Das Juran Institute (2024) führt in seiner Analyse weiter aus, dass es im Kern um die Angleichung der Qualitätsmanagementpraxis an die neuen Fähigkeiten von Industrie 4.0 geht, um Organisationen in Richtung operativer Exzellenz zu führen.

2 Treiber der Entwicklung

AMEXcited Insights (2025) beschreibt als zentralen Treiber von Quality 4.0 den Wandel von einer überwiegend papierbasierten, periodisch geprüften Qualitätsdokumentation hin zu kontinuierlichem Monitoring und automatisierter Entscheidungsfindung. Derselbe Beitrag von AMEXcited Insights (2025) führt weiter aus, dass Qualitätsentscheidungen zunehmend nicht mehr primär auf Erfahrungswerten oder Stichproben basieren, sondern auf einer umfassenden Auswertung großer Datenmengen. Metternich et al. (2017) verweisen in ihrer Arbeit auf einen methodisch älteren Treiber: Bereits vor der Diskussion um Industrie 4.0 etablierte sich die schlanke Produktion als Ansatz zur konsequenten Vermeidung von Verschwendung, und sie gilt in Teilen der Fachliteratur explizit als Voraussetzung für eine zielführende Digitalisierung industrieller Prozesse. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT (2021) weist zudem auf den ökonomischen Druck steigender Qualitätskosten hin: Ein erheblicher Teil der Kosten in der metallverarbeitenden Industrie entsteht nicht in der Fertigung selbst, sondern in der nachgelagerten Qualitätssicherung, was Unternehmen zur Suche nach effizienteren, datengestützten Verfahren bewegt.

3 Kerntechnologien im Überblick

Industrie40-Kontor (2026) beschreibt, dass sich Quality 4.0 auf ein Bündel an Technologien aus dem Umfeld von Industrie 4.0 stützt, darunter Vernetzung über das Internet der Dinge (IoT), Automatisierung, Datenanalyse und Echtzeit-Information, die konsequent auf das Qualitätsmanagement angewendet werden. Wie AMEXcited Insights (2025) dazu ausführt, bilden Cloud-Technologien häufig die Plattform für eine standortunabhängige, zentrale Verwaltung von Qualitätsdaten und ermöglichen ein einheitliches Qualitätsniveau über global verteilte Produktionsstätten hinweg. Das Juran Institute (2024) verweist in seinem Beitrag auf eine vielzitierte Analyse von LNS Research, die elf Komponenten beziehungsweise "Achsen" identifiziert, die das Quality-4.0-Rahmenwerk bilden und sowohl bekannte als auch neuartige Qualitätsaspekte umfassen. Fraunhofer IKS (2024) zeigt in seiner Arbeit zur Qualitätssicherung von KI-Systemen, dass künstliche Intelligenz eine besondere Rolle einnimmt, da ihre Aussagekraft maßgeblich von der Qualität der zugrunde liegenden Trainingsdaten abhängt; bereits geringfügige Veränderungen der Eingabedaten können demnach zu unterschiedlichen Klassifikationsergebnissen führen, was eine systematische Qualitätssicherung von KI-Systemen selbst erforderlich macht.

4 Predictive Quality statt reaktiver Fehlerprüfung

Eines der zentralen Versprechen von Quality 4.0 ist der Übergang von der nachträglichen, stichprobenbasierten Fehlerprüfung zur vorausschauenden Qualitätssicherung. Das Fraunhofer-Institut IPT (2021) berichtet, dass es dazu ein datengestütztes Verfahren entwickelt hat, mit dem sich die Bauteilqualität bereits während der Fertigung auf Grundlage von Maschinendaten vorhersagen lässt. Wie Ellerich (2026) in seiner Arbeit zu Predictive Quality ausführt, wird darunter die Befähigung eines Unternehmens verstanden, seine produkt- und prozessbezogene Qualität gezielt zu optimieren, wobei nicht nur Handlungsmaßnahmen durch die Anwender selbst, sondern auch automatisiert generierte Handlungsempfehlungen eines lernenden Analytics-Modells einfließen. Ellerich (2026) betont dabei, dass der eigentliche Mehrwert weniger in den Rohdaten selbst liegt als im daraus generierten Wissen, das unmittelbar in die operative Entscheidung einfließt. Brandenburger et al. (2020) zeigen in ihrer Studie, dass Voraussetzung für belastbare Vorhersagen allerdings eine ausreichend große und konsistente Datenbasis ist, da die Plausibilität erhobener Qualitätsdaten – etwa aus optischen Inspektionssystemen – weiterhin Gegenstand laufender Forschung ist.

5 Auswirkungen auf bestehende QM-Normen

Quality 4.0 verändert die strukturellen Rahmenbedingungen klassischer QM-Normen, ohne deren grundsätzliche Anforderungen zu ersetzen. Die Deutsche Gesellschaft für Qualität (2018) beschreibt, dass das risikobasierte Denken nach ISO 9001:2015 mit der Normrevision 2015 als zentrales Instrument zur Vorbeugung eingeführt wurde und Organisationen dazu anregen soll, unerwünschte Ergebnisse zu vermeiden und gleichzeitig Chancen zur kontinuierlichen Verbesserung zu nutzen. Wie Roxtra (2025) dazu klarstellt, fordert die Norm jedoch kein eigenständiges Risikomanagementsystem nach ISO 31000, sondern explizit nur einen risikobasierten Ansatz als Querschnittsprinzip. Das Deutsche Institut für Qualitätsmanagement (2026) weist zudem darauf hin, dass mit der digitalen Datenverfügbarkeit auch das in Kapitel 7.1.6 verankerte Wissensmanagement an Bedeutung gewinnt: Unternehmen sind demnach aufgefordert, das für ihre Kernprozesse erforderliche Wissen zu bestimmen, zu erhalten und in geeigneter Form bereitzustellen.

6 Chancen und Grenzen

Wie das Fachmagazin EAS (2021) beschreibt, bietet der digitalisierte Qualitätsansatz erhebliches Potenzial: Predictive-Quality-Analytics, automatisierte Datenanalyse und vernetzte Prüfsysteme erlauben es, mögliche Ausfälle oder Qualitätsabweichungen zu identifizieren, bevor sie tatsächlich auftreten. Diesen Chancen stehen jedoch erhebliche Umsetzungshürden gegenüber: Dias, Carvalho und Sampaio (2022) nennen in ihrer Literaturanalyse wiederkehrend die fehlende Unterstützung durch die Unternehmensführung, organisatorische Widerstände gegenüber neuen Technologien sowie das Fehlen eines standardisierten und allgemein anerkannten Rahmenwerks für die Implementierung von Quality 4.0 als zentrale Barrieren. Eng verknüpft mit dieser Diskussion ist das Verhältnis von Quality 4.0 zum Lean Management. Wie Metternich et al. (2017) in ihrer Arbeit zur Vereinbarkeit von Lean und Industrie 4.0 ausführen, wird die Vereinbarkeit der Lean-Philosophie mit den neuen digitalen Möglichkeiten in Wissenschaft und Praxis kontrovers diskutiert, da Lean traditionell als mitarbeitergetriebener, kontinuierlicher Verbesserungsprozess verstanden wird, während Industrie-4.0-Technologien häufig als technokratisch getrieben wahrgenommen werden. Alsadi et al. (2025) relativieren diesen vermeintlichen Widerspruch in ihrer aktuellen qualitativen Studie jedoch: Im Konzept Lean Six Sigma 4.0 wird die Digitalisierung der LSS-Methodik überwiegend positiv bewertet, da Automatisierung und datenbasierte Entscheidungsfindung die Prinzipien des Lean Six Sigma sinnvoll ergänzen und als notwendiger Evolutionsschritt zur Anpassung kontinuierlicher Verbesserungsmethoden

an die vierte industrielle Revolution gesehen werden. Waldhauser (2022) zeigt in seiner Masterarbeit dazu ergänzend, dass der Wissensstand und die Umsetzungsreife für LSS-4.0-Ansätze in der betrieblichen Praxis noch deutlich auseinanderklaffen und ein durchgängiger Theorie-Praxis-Transfer bislang nur in Ansätzen gelungen ist.

7 Fazit und Ausblick

Quality 4.0 ist kein neues Paradigma, sondern die konsequente Fortschreibung eines alten Versprechens mit neuen Mitteln. Das Qualitätsmanagement wollte immer schon Fehler verhindern, statt sie nachträglich zu beheben – neu ist lediglich, dass die dafür notwendige Datengrundlage heute tatsächlich in Echtzeit verfügbar ist. Wer Quality 4.0 als technologische Revolution beschreibt, erkennt damit den eigentlichen Kern der Entwicklung: Es handelt sich um die technische Einlösung eines methodischen Anspruchs, der in der Qualitätslehre seit Jahrzehnten formuliert, aber selten vollständig umgesetzt wurde.

Gerade deshalb greift eine rein technologiezentrierte Betrachtung zu kurz. Sensorik, Cloud-Architekturen und lernende Algorithmen liefern zwar die Infrastruktur für vorausschauende Qualitätssicherung, sie ersetzen aber weder die methodische Disziplin noch die normative Verankerung, auf der jedes funktionierende QM-System beruht. Ein Unternehmen, das Predictive-Quality-Systeme implementiert, ohne sein risikobasiertes Denken und sein Wissensmanagement im Sinne der ISO 9001 konsequent zu pflegen, erzeugt im Zweifel nur präzisere Daten über ungelöste strukturelle Probleme – nicht aber bessere Qualität. Die Technologie macht Schwächen sichtbarer, sie behebt sie nicht von selbst.

Diese Abhängigkeit von organisatorischer Reife erklärt auch, warum die in der Praxis vielzitierten Umsetzungshürden – fehlende Rückendeckung durch die Führungsebene, mangelnde Veränderungsbereitschaft, das Fehlen eines verbindlichen Rahmenwerks – weniger technische als kulturelle Probleme sind. Die Auseinandersetzung um das Verhältnis von Lean Management und Digitalisierung macht diesen Punkt besonders deutlich: Solange Digitalisierungsprojekte als Gegenentwurf zu etablierten, mitarbeitergetragenen Verbesserungsprozessen verstanden werden, bleiben sie tendenziell folgenlos oder erzeugen sogar Widerstand. Erst wenn digitale Werkzeuge konsequent in bestehende, bewährte Verbesserungslogiken eingebettet werden, entfalten sie ihren Mehrwert – als Beschleuniger und Erkenntnisquelle für eine Methodik, die ohnehin schon auf kontinuierliche Verbesserung ausgerichtet ist, nicht als deren Ersatz.

Für die betriebliche Praxis lässt sich daraus eine klare Konsequenz ableiten: Die Einführung von Quality 4.0 ist primär eine Führungs- und Organisationsentscheidung,

keine IT-Beschaffung. Investitionen in Sensorik und Analytics entfalten ihren Wert erst im Zusammenspiel mit klar definierten Verantwortlichkeiten, einer gelebten Risikokultur und einer Belegschaft, die in der Lage und bereit ist, datenbasierte Erkenntnisse tatsächlich in Handlung zu übersetzen. Unternehmen, die diesen organisatorischen Unterbau vernachlässigen, laufen Gefahr, erhebliche Mittel in Technologie zu investieren, ohne den eigentlichen Engpass – mangelnde methodische und kulturelle Reife – zu adressieren.

Mit Blick auf die weitere Entwicklung ist davon auszugehen, dass sich die Diskussion in den kommenden Jahren von der grundsätzlichen Frage, ob Digitalisierung und klassisches Qualitätsmanagement vereinbar sind, hin zu der Frage verschiebt, wie diese Integration branchenspezifisch und größenadäquat gelingt. Insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen, denen oft die Ressourcen für umfassende Digitalisierungsprojekte fehlen, wird entscheidend sein, ob sich pragmatische, schrittweise Einstiegsmodelle etablieren, die den Anspruch an Predictive Quality mit den realen Möglichkeiten betrieblicher Praxis in Einklang bringen. Der Erfolg von Quality 4.0 wird sich somit weniger an der Verfügbarkeit neuer Technologien bemessen lassen als an der Fähigkeit von Organisationen, diese in ein bestehendes, robustes Qualitätsverständnis zu integrieren.

Literaturverzeichnis

Alsadi, J., Antony, J., Goonetilleke, R., Romero, D., Chiarini, A., Tortorella, G., Maalouf, M. (2025): *A qualitative global study on the digitalization of Lean Six Sigma: insights from scholars and practitioners*. Production Planning & Control, S. 334–364.

Online: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09537287.2025.2546854>

AMEXcited Insights (2025): *Qualitätsmanagement 4.0: Digitale Revolution der Qualitätssicherung*. American Express Deutschland. Online:

<https://www.americanexpress.com/de-de/kampagnen/guide/firmenkreditkarte/qualitaetsmanagement-4-0-digitale-revolution-der-qualitaetssicherung-43128>

ASQ – American Society for Quality (2024): *Quality 4.0*. Online:

<https://asq.org/quality-resources/quality-4-0>

Brandenburger, J., Schirm, C., Melcher, J., Hancke, E., Vannucci, M., Colla, V., Cateni, S., Sellami, R., Dupont, S., Majchrowski, A., Arteaga, A. (2020): *Quality4.0 – Transparent product quality supervision in the age of Industry 4.0*. arXiv preprint.

Online: <https://arxiv.org/pdf/2011.06502>

DGQ – Deutsche Gesellschaft für Qualität (2018): *Was ist risikobasiertes Denken in ISO 9001:2015?* Online:

<https://www.dgq.de/fachbeitraege/was-ist-risikobasiertes-denken-in-iso-90012015/>

Dias, A. M., Carvalho, A. M., Sampaio, P. (2022): *Quality 4.0: literature review analysis, definition and impacts of the digital transformation process on quality*. International Journal of Quality & Reliability Management, Jg. 39, Heft 6, S. 1312–1335. Online: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ijqrm-07-2021-0247/full/html>

DIQZ – Deutsches Institut für Qualitätsmanagement (2026): *Normkapitel der ISO 9001:2015*. Online:

<https://www.diqz.de/qm-lexikon/anforderungen-normkapitel-der-iso-9001/>

EAS Magazine (2021): *Qualität 4.0: Moderne Industrie braucht modernes Qualitätsmanagement*. Online: <https://de.eas-mag.digital/qualitaet-4-0-moderne-industrie-braucht-modernes-qualitaetsmanagement/>

Ellerich, M. / Fraunhofer IPT (2026): *Predictive Quality: In den Daten liegt die Zukunft*. Quality Engineering. Online: <https://quality-engineering.industrie.de/top-news/predictive-quality-in-den-daten-liegt-die-zukunft/>

Fraunhofer IKS (2024): *Zuverlässige Künstliche Intelligenz*. Online:

<https://www.iks.fraunhofer.de/en/services/dependable-artificial-intelligence.html>

Fraunhofer IPT (2021): *Predictive Quality in der Zerspanung: Daten aus der Produktion unterstützen bei der Qualitätssicherung*. Online:

<https://www.ipt.fraunhofer.de/de/presse/Pressemitteilungen/210511-predictive-quality-in-der-zerspanung-daten-aus-der-produktion-unterstuetzen-bei-der-qualitaetssicherung.html>

Industrie40-Kontor (2026): *Digitalisierung von QM & QS*. Online:

<https://www.industrie40-kontor.de/leistungen/qm-4-0.html>

Juran Institute (2024): *Quality 4.0: The Future of Quality?* Online:

<https://www.juran.com/blog/quality-4-0-the-future-of-quality/>

Metternich, J., Müller, M., Meudt, T., Schaede, C. (2017): *Lean 4.0 – zwischen Widerspruch und Vision*. Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZWF), Jg. 112, Heft 5, S. 346–348.

Quality-Miners (2026): *Industrie 4.0 – Definition, Bedeutung für das Qualitätsmanagement*. Online: <https://quality-miners.de/caq-wiki/was-ist-industrie-4-0/>

Roxtra (2025): *Risikobasiertes Denken in der DIN EN ISO 9001*. Online:

<https://www.roxtra.com/blog/risikobasierter-ansatz-in-der-iso9001/>

Vorest AG (2026): *Die Digitalisierung des Qualitätsmanagements*. Online:
<https://www.vorest-ag.com/Qualitaetsmanagement-ISO-9001/Wissen/digitales-qualitaetsmanagement>

Waldhauser, G. (2022): *Lean Six Sigma in produzierenden Unternehmen des 21. Jahrhunderts*. Masterarbeit, Fachhochschule Vorarlberg. Online:
<https://opus.fhv.at/frontdoor/index/index/docId/4638>