

Gernot Freisinger
Oliver Jöbstl
Bernd Kögler
Jürgen Lipp
Manfred Strohrmann

Die digitale Transformation des Qualitäts- managements

Potenziale nutzen, Strategien entwickeln,
Qualität optimieren



HANSER

HANSER

Gernot Freisinger, Oliver Jöbstl, Bernd Kögler, Jürgen
Lipp, Manfred Strohrmann

Die digitale Transformation des Qualitätsmanagements

Potenziale nutzen, Strategien entwickeln, Qualität optimieren

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Print-ISBN 978-3-446-46884-9

E-Book-ISBN 978-3-446-46885-6

ePub-ISBN 978-3-446-46886-3

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Alle in diesem Buch enthaltenen Verfahren bzw. Daten wurden nach bestem Wissen dargestellt. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen.

Aus diesem Grund sind die in diesem Buch enthaltenen Darstellungen und Daten mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Darstellungen oder Daten oder Teilen davon entsteht.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Einwilligung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Rechte aller Grafiken und Bilder liegen bei den Autoren.

Free vectors icons and illustrations from Streamline: <https://streamlinehq.com>

© 2022 Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, München

www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Lisa Hoffmann-Bäumel

Herstellung: Carolin Benedix

Coverrealisation: Max Kostopoulos
Titelmotiv: © stock.adobe.com/putilov_denis

Inhalt

Titelei

Impressum

Inhalt

1 Welche Inhalte vermittelt dieses Buch?

2 Herausforderungen im Qualitätsmanagement

2.1 Was bedeutet Qualität?

2.2 Was ist Qualitätsmanagement?

2.3 Effektivität und Effizienz von Prozessen

2.4 Aktuelle Herausforderungen im QM

2.5 Der digitale Wandel als Chance im QM

2.6 Entwicklungsstufen im Qualitätsmanagement

2.7 Ziele im Qualitätsmanagement

2.7.1 Produktqualität und Kundenzufriedenheit verbessern

2.7.2 Prozessqualität verbessern

2.8 Digitale Use Cases

2.9 Die neun Handlungsfelder im digitalen Qualitätsmanagement

2.9.1 Das St. Galler Digital-Maturity-Modell

2.9.2 Neun Handlungsfelder im digitalen Qualitätsmanagement

3 Digitale QM-Systeme

3.1 Die Kunst, ausgewogene QM-Systeme zu gestalten

3.2 Moderne QM-Systeme sind prozessorientiert

3.2.1 Das Gestaltungsprinzip vom Groben ins Detail

3.2.2 Die Prozesslandkarte als Basis

3.2.3 Die Strategieberindung sicherstellen

3.2.4 Eine gelebte Prozessinhaberschaft als Schlüssel zum Erfolg

3.3 Moderne QM-Systeme sind digital

3.3.1 Interaktiver digitaler Aufbau des Prozessmanagementsystems

3.3.2 QMS-Softwarelösungen

3.4 BPMN 2.0 als Basis für Automatisierung

3.5 Digitale QM-Systeme ermöglichen „Augmented Workers“

3.5.1 Warum gerade jetzt?

3.5.2 Warum ist Augmentation sinnvoll?

3.5.3 Technologien der Augmentation

3.5.4 Gelebte Praxis: Der Augmented Worker in der Getriebemontage

3.6 Digitale QM-Systeme nutzen Process Mining

3.7 Digitale QM-Systeme nutzen mobile Kollaborationsplattformen

3.8 Moderne QM-Systeme integrieren Datenqualität

4 Qualitätsgesicherte Innovation

4.1 Kundenorientierung als Basis erfolgreicher Innovation

4.2 User Experience- und Design-Thinking-Ansätze

4.3 Innovative Geschäftsmodelle entwickeln

4.4 Design for Six Sigma

4.5 Agile Methoden in der Entwicklung

4.5.1 Das agile Manifest

4.5.2 Methoden der Softwareentwicklung

4.6 Qualität in softwareintensiven Systemen

4.6.1 Alterung von Software

4.6.2 Qualitätsmodelle

4.7 Systematische Entwicklung von Industrie-4.0-Lösungen

4.7.1 Hierarchieebenen

4.7.2 Interoperabilitätsschichten

4.7.3 Lebenszyklus und Wertschöpfungskette

4.8 Case Study: E-Bikes

4.8.1 Business Layer

4.8.2 Function Layer

4.8.3 Information Layer

4.8.4 Communication Layer

4.8.5 Integration Layer

4.8.6 Asset Layer

4.8.7 Zusammenfassung

5 Die Kunst, die richtigen Daten zu verwenden

5.1 Rolle der Statistik im digitalen QM

5.2 Statistische Grundlagen: Merkmalstypen

5.3 Die richtigen Daten erheben

5.3.1 Konfirmatorische und explorative Datenanalyse

5.3.2 Grundgesamtheit und Stichprobe

5.4 Daten verstehen

5.4.1 Grafische Beschreibung eindimensionaler Datensätze

5.4.2 Absolute und relative Häufigkeit diskreter Merkmale

5.4.3 Beschreibung stetiger Merkmale

5.4.4 Beschreibung qualitativer Merkmale

5.4.5 Kennwerte von quantitativen Merkmalen

5.4.6 Boxplot

5.4.7 Grafische Beschreibung mehrdimensionaler
Datensätze mit qualitativen Merkmalen

5.4.8 Grafische Darstellung mehrdimensionaler Datensätze
mit quantitativen Merkmalen

5.4.9 Korrelation eines zweidimensionalen Datensatzes

5.4.10 Korrelation mehrdimensionaler Datensätze

5.5 Daten bereinigen („data cleaning“)

5.5.1 Konsistenz der Einträge

5.5.2 Fehlende Einträge

5.6 Kodierung von Merkmalen

5.6.1 Kodierung quantitativer Merkmale

5.6.2 Kodierung qualitativer Merkmale

5.7 Daten konstruieren (Feature Engineering)

5.7.1 Entfernen irrelevanter Merkmale

5.7.2 Zusätzliche Features generieren

5.7.3 Zusammenführen von spärlich besetzten Daten

5.8 Dimensionsreduktion

5.8.1 Hauptkomponentenanalyse

6 Mit Daten risikobasierte Entscheidungen treffen

6.1 Einführendes Beispiel und theoretische Grundlagen

6.2 Durchführung von Hypothesentests

6.3 Sicherheit und Risiko bei Hypothesentests

6.3.1 Fehler erster und zweiter Art

6.3.2 Gütefunktion und notwendiger Stichprobenumfang

6.4 Varianzanalyse

6.5 Case Study: Homogenitätsprüfung eines Luftflusses

7 Die Kunst, aus Daten zu lernen

7.1 Regressionsverfahren im Qualitätsmanagement

7.1.1 Konstruktion einer Regressionsfunktion

7.1.2 Bewertung von Regressionsmodellen

7.1.3 Regularisierung

7.1.4 Beispiel: Einsatz von Machine-Learning-Algorithmen zur Prozessregelung

7.2 Klassifikationsverfahren

7.2.1 K-Nearest-Neighbors-Klassifikation

7.2.2 Bewertung von Klassifikationsmodellen

7.2.3 Beispiel: Klassifikationsverfahren zur Prognose einer Ausbeute

7.3 Cluster-Verfahren

7.3.1 DBSCAN-Algorithmus

7.3.2 Optimierung (Tuning) der Hyperparameter

7.3.3 Bewertung von Cluster-Ergebnissen

7.3.4 Ausreißerererkennung mit dem DBSCAN-Algorithmus

7.4 Automatische Sichtprüfung über Faltungsnetzwerke

7.4.1 Grundlagen Neuronaler Netze

7.4.2 Automatische Sichtprüfung - Datenvorbereitung

7.4.3 Automatische Sichtprüfung - Convolutional Neural Networks

7.5 Zeitreihenanalyse

7.5.1 Grafische Darstellung und mathematische Beschreibung

7.5.2 Elementare Operationen mit Zeitreihen

7.5.3 Imputing-Verfahren zur Rekonstruktion fehlender Stichprobenwerte

7.5.4 Resampling: Down- und Upsampling

7.5.5 Filterung von Zeitreihen

7.5.6 Zerlegung der Zeitreihe in Trend, periodische Anteile und Residuen

7.5.7 Optimierung der Werkzeugnutzung durch Zeitreihenanalysen

7.6 Reinforcement Learning

7.6.1 Grundidee des Reinforcement Learning

7.6.2 Markov-Entscheidungsprozess

7.6.3 Q-Learning als einfaches Beispiel für einen RL-Algorithmus

7.6.4 Fallbeispiel Reinforcement Learning

8 Prozessverbesserung durch Digitalisierung

8.1 Arten von digitalen Use Cases

8.2 Erfolgsversprechende Use Cases für ML und Automatisierung finden

8.2.1 Identifikation und Abgrenzung des Prozesses

8.2.2 Stakeholder-Analyse – Sammeln und Strukturieren von Anforderungen

8.2.3 Vertiefende Prozessanalysen

8.2.4 Finden von Use Cases – kreative Phase

8.2.5 Beschreibung der Use Cases – Question Zero

8.2.6 Vorauswahl von Ideen

8.2.7 Beschreibung und Berechnung des Business Case

8.2.8 Use Cases bewerten und auswählen

8.3 KI und Machine Learning Use Cases systematisch umsetzen

Unter Mithilfe von Michael Eder

8.3.1 Business Understanding

8.3.2 Datenverständnis und Datenpräparation

8.3.3 Modelltraining

8.3.4 Modelleinführung (Deployment)

8.3.5 Maintenance/Governance

8.4 Automatisierung von Prozessen

8.4.1 Arten von Robotic Process Automation

8.4.2 Vorgehensmodell zur Umsetzung von Automatisierungslösungen

8.5 Systematische Prozessverbesserung durch Six Sigma⁺

8.5.1 Kurzeinführung in Six Sigma

8.5.2 Das Vorgehensmodell in Six Sigma – der DMAIC-Zyklus

8.5.3 Six Sigma⁺: Integration von Machine-Learning-Methoden in den DMAIC-Zyklus

8.5.4 Fallbeispiel Six Sigma⁺

8.6 Neue Möglichkeiten der Fehlerbehandlung durch Digitalisierung

9 Systematische Architekturentwicklung und IT-Infrastruktur

9.1 Cloud Computing

9.1.1 Servicemodelle

9.1.2 Verteilungsmodelle und die „Private Cloud“

9.2 Methodische Architekturentwicklung

9.2.1 Architekturtreiber

9.2.2 Erste Datenanalysen mit Project Jupyter

9.2.3 Back-of-the-Envelope-Berechnung

9.2.4 Systemdesign

9.3 Industrialisierung der Lösung

9.3.1 Machine-Learning-Bibliotheken

9.3.2 No-Code Tools für Machine Learning

9.3.3 Technische Umsetzung von Schnittstellen

9.3.4 Big Data und NoSQL

9.3.5 Weitere Aspekte der Skalierung

9.4 Iterative Weiterentwicklung und Betrieb

10 Digitale Kompetenzen erlernen

10.1 Die Relevanz des Kompetenzaufbaus

10.2 Trainingsplanung und Evaluierung

10.2.1 Die Planung von Trainings

10.2.2 Die Trainingsevaluierung

10.3 Der Prozessinhaber im digitalen Zeitalter

10.4 Führungskräfte zu digitalen Botschaftern ausbilden

Unter Mithilfe von Johannes Eichler

10.5 Nachhaltiges Lernen in Organisationen

Unter Mithilfe von Friederike König

10.5.1 Psychologische Sicherheit

10.5.2 Lernende Führungskräfte

10.5.3 Individuelles Lernen und Lernen in Gruppen

10.5.4 Digitale Technologien nutzen

10.6 Working Out Loud

Unter Mithilfe von Friederike König

10.7 Reverse Coaching

Unter Mithilfe von Friederike König

11 Den digitalen Wandel meistern

11.1 Den DigiScan nutzen

11.2 Ansatzpunkte im digitalen Qualitätsmanagement

11.3 Führen in unsicheren Zeiten – der Führungskompass

Unter Mithilfe von Björn Ludwig

11.4 Unterstützendes Change-Management mit dem Pipeline-Modell

11.5 Einführungsroadmap für den digitalen Wandel

Glossar

12.1 Die Sprache des Qualitätsmanagers

12.2 Die Sprache des Data Analyst (Data Scientist)

12.3 Die Sprache des Data Engineers

Literatur

Die Autoren

1 Welche Inhalte vermittelt dieses Buch?

Anfang der 1960er-Jahre wurden wir erstmals mit digitalen Systemen konfrontiert. Die ersten Computer waren damals etwa so groß wie überdimensionale Kühlschränke, hatten jedoch vergleichsweise verschwindend kleine Speichervolumina und befanden sich vornehmlich nur in militärischen Einrichtungen, Universitäten und Großkonzernen. Mit diesen Computern kamen damals auch nur Personen in dafür spezialisierten Berufen in Berührung, die meisten Menschen kannten sie lediglich aus Erzählungen. Seit damals gilt aber bereits das **Moore'sche Gesetz**, das von einer Verdoppelung der Geschwindigkeit und Rechnerleistung alle zwei Jahre ausgeht. Der bahnbrechende Durchbruch gelang dann etwa Anfang/Mitte der 80er-Jahre, als der Personal Computer seine Marktreife erlangte und dadurch den Zugang zur Computertechnologie für die gesamte Menschheit ermöglichte. Mitte der 90er-Jahre hielt auch das **Internet** Einzug in Unternehmen und Haushalte. Dadurch digitalisierte sich zunächst unser Briefverkehr. Während 1995 noch mehr physische Post versendet wurde, drehte sich dieser Trend sehr schnell und die Kommunikation via E-Mail gewann schlagartig an Bedeutung. Das Web wuchs danach rasant und

wurde dadurch auch immer unübersichtlicher für den Anwender. Der erste digitale Katalog, der Ordnung ins Chaos bringen sollte, war Yahoo!, welcher seit dem Beginn des Millenniums eine Art persönliche Zeitung im Internet zur Verfügung stellte. Nachfolgend ermöglichten YouTube und iTunes die Digitalisierung des Fernsehens und der eigenen Plattensammlung (Seemann, 2020).

Es folgte der Aufstieg der Suchmaschinen und erste soziale Bookmarking-Dienste boten von nun an eine völlig neue Form der Verarbeitung digitaler Objekte an. Es entstand daraus die Social-Media-Welt des Teilens, Likens und Kommentierens. Auf einmal fingen wir Menschen an, alle möglichen Daten in das Internet zu laden, und damit für die Öffentlichkeit bereitzustellen, selbst wenn es sich dabei um höchst private Details handelte. Und als uns schließlich ab etwa 2007 das **Smartphone** mit all seiner Sensorik und der Möglichkeit ständiger Online-Verbindung an das weltweite Datennetz band, wurde das **Internet of Things** (IoT) ins Leben gerufen. Die Zeit von **Big Data**, also der Verarbeitung und Auswertung enorm großer Datenmengen, begann und schnell wurde klar, dass von der zunehmenden Digitalisierung praktisch niemand verschont bleiben würde (Seemann, 2020).

Aber warum ist die Geschichte der Digitalisierung wichtig für uns und für das vorliegende Buch? Viele Digitaltechnologien, die heute State of the Art sind, haben eine weit zurückreichende Historie. So hat die **künstliche Intelligenz bereits in den frühen 60er-Jahren** des letzten Jahrhunderts ihren Ursprung, auch wenn sie damals aufgrund der Tatsache, dass Rechner nicht leistungsstark genug waren, einigermäßen stiefmütterlich vonseiten der Wissenschaft und Wirtschaft behandelt wurde.

Nun, da das Problem der Leistungsfähigkeit gelöst wurde, können die digitalen Technologien ihr wahres Potenzial entfalten. Die Verarbeitung von Big Data per Cloud, das Internet of Things (IoT), Smart Production, intelligente Roboter und künstliche Intelligenz (KI) nehmen dadurch Einzug in unser tägliches privates und berufliches Leben. Und trotz der alltäglichen Nutzung digitaler Systeme im privaten Umfeld schürt die Fortschreitung der Digitalisierung gewisse Ängste beim Menschen, die Zeichen des bevorstehenden oder bereits realen Wandels sind. Die Entwicklung ist teilweise schleichend, manchmal jedoch fällt sie lawinenartig über uns herein. Sicher ist in jedem Fall, dass sie anhält und immer mehr in unserem Alltag zu spüren sein wird. Die zunehmende Digitalisierung wird somit jedenfalls noch eine lange Zeit richtungsweisend für unser Denken und Tun bleiben.

Was bedeutet dies für das Qualitätsmanagement? Im QM standen seit jeher die systematische Absicherung und Verbesserung der Produkt- und Prozessqualität im Fokus. Viele Firmen haben bereits in der Vergangenheit Methoden verwendet, die zu umfangreicher Steigerung der Produktqualität und Prozesseffizienz geführt haben. Dabei wurden bisher in aller Regel Methoden genutzt, die rein manuell oder mit relativ geringer Rechnerunterstützung implementiert werden konnten. Der gegenwärtige Digitalisierungsgrad in der Produktion ist teilweise bereits weit fortgeschritten, allerdings liegen diese Daten bei vielen Unternehmen weitgehend ungenutzt auf Datenservern brach. Den Entwicklungs- und Fertigungsingenieuren fehlen nämlich oftmals entsprechende **Kenntnisse im Umgang mit großen Datenmengen**. Um die erreichbare Grenze der Produktqualität und Fertigungseffizienz zu verschieben, ist eine umfassende Kombination von

Produktverständnis, Fertigungserfahrung und Kompetenz in digitalen Technologien wie beispielsweise Machine Learning und künstlicher Intelligenz erforderlich.

Dieses Buch zeigt Einsteigern und Entscheidungsträgern auf, wie sich das Qualitätsmanagement (QM) durch die Digitalisierung wandeln kann. Es beschreibt, wie mit neuen Strategien, Methoden, Vorgehensweisen und neuen Formen der Kollaboration ein vertieftes Produkt- und Prozessverständnis generiert werden kann und welche Potenziale sich daraus für Unternehmen ergeben. Es liefert damit die Voraussetzung, sich auch bei komplexeren Produkten und dynamischen Anforderungen langfristig am Markt behaupten zu können.

Dazu liefert dieses Buch umfassende Einblicke in die folgenden Themengebiete:

- Beschreibung der **aktuellen Herausforderungen** und **Chancen** durch **Digitalisierung** im Umfeld des Qualitätsmanagements. Erfahrene Mitarbeitende im Qualitätsmanagement stehen plötzlich vor völlig neuen Anforderungen und werden mit einem neuen Fachvokabular konfrontiert: Was bedeuten diese Begriffe und wie können diese möglichst einfach erklärt werden?
- Praktische Anleitung und Tipps, wie **digital unterstützte QM-Systeme** aufzubauen sind.
- Praktikable Lösungsansätze, mit denen wir in der Lage sind, **qualitätsgesichert Innovationen** umzusetzen und einen messbaren Mehrwert für unsere Kunden zu generieren. Wir zeigen auf, wie beispielsweise **UX, Design Thinking** und **agile Methoden** hier hilfreich sein können und wie Qualität

in softwareintensiven Systemen und **Industrie 4.0-Lösungen** erreicht werden kann.

- Inwieweit können die Methoden der **Statistik**, des **Machine Learning** und der **künstlichen Intelligenz** dazu dienen, aus Daten zu lernen, risikobasierte Entscheidungen zu treffen und in weiterer Folge Entscheidungen zu automatisieren? Dies immer vor dem Hintergrund, die Qualität zu steigern.
- Systematiken zur zielgerichteten **Weiterentwicklung unserer Prozesse** in Richtung digitaler Reifegrad, um deren Effektivität und Effizienz zu verbessern. Wir liefern eine Antwort auf die Frage, wie wir die Chancen von Six Sigma, künstlicher Intelligenz, Robotic Process Automation (RPA), Process Mining etc. optimal nutzen können, um Prozessverbesserungen umzusetzen und aus Fehlern zu lernen.
- Auslegung der **Data-Science-Infrastruktur** – wie richten wir unsere IT so aus, dass sie auf die neuen Herausforderungen im Qualitätsmanagement eingestellt ist und insbesondere durch vertikale und horizontale Vernetzung die Umsetzung digitaler und datengetriebener Use Cases unterstützen kann?
- Analyse der für die digitale Transformation notwendigen **Kompetenzen im Qualitätsmanagement**. Wie können wir diese bestmöglich systematisch planen und realisieren?
- Welche **Strategien** können bei der Einführung und Umsetzung im Unternehmen Anwendung finden? Welche sind die Erfolgsfaktoren und wie kann letzten Endes der digitale Wandel im Qualitätsmanagement gelingen?

Die Autoren haben sich lange darüber Gedanken gemacht, wie fundiertes fachliches Wissen zum Thema Digitalisierung in einer Art und Weise vermittelt werden kann, dass sich der Leser beim Studium des Buches wohl fühlt und mit Freude und Aufmerksamkeit bei dieser spannenden, aber nicht immer trivialen Thematik dabeibleiben möchte. Eines der erklärten Hauptziele ist daher, dass der Leser in der Lage ist, eine gemeinsame Sprache mit den involvierten internen Fachbereichen sowie externen Partnern in Sachen Digitalisierungsmethoden zu sprechen. Realisiert wurde daher eine strukturierte und übersichtliche Abfolge von Kapiteln, welche mit entsprechenden Beispielen begleitet werden. Ebenfalls machen wir von Zeit zu Zeit einen Abstecher in eine frei erfundene Geschichte, die sich zwischen Vater und Tochter abspielt und ebenfalls immer in direktem Kontext mit den entsprechenden Fachinhalten steht.

So möchten wir dieses einführende Kapitel mit dem ersten Gespräch unserer beiden fiktiven Protagonisten Johannes und Andrea Rasch abschließen, in dem initial ein Problem besprochen wird, mit dem wir oder unsere Kollegen eventuell bereits konfrontiert wurden, nämlich dem Unverständnis für Fachbegriffe aus dem Bereich der digitalen Welt.

„Vielen lieben Dank für die Einladung und das großartige Essen! Mama, Papa, es hat mir wie immer herrlich geschmeckt, besonders die Salzburger Nockerl als krönender Abschluss des Menüs waren ein absolutes Gedicht. Wie ihr wisst, habe ich mich an denen auch schon öfters versucht, aber sie gelingen mir einfach niemals auch nur annähernd so gut wie euch. Papa, ich weiß, dass du bei der Zubereitung auf besondere Feinheiten achtest, die du mir zwar schon erklärt hast. Aber selbst, wenn ich versuche, dich eins zu eins bei deinen Abläufen zu kopieren, werden sie noch immer nicht vollkommen perfekt.“ „Meine liebe Andrea, wahrscheinlich liegt es zum größten Teil an der jahrelangen Erfahrung als Hobbykoch, aber möglicherweise auch daran, dass ich diese Nachspeise ausschließlich für die allerliebsten Menschen in meinem Leben mit viel Liebe zubereite“, er blickt seiner Tochter in die Augen und lächelt sie dabei liebevoll an. „Ja, das ist vermutlich das wahre Geheimnis“, erwidert seine Tochter und küsst ihn danach dankend sanft auf die rechte Wange.

„Und Papa, bevor wir es vergessen, du wolltest doch auch noch etwas Berufliches mit mir besprechen. Wie kann ich dir helfen?“ „Ach ja, das hätte ich jetzt beinahe verschitzt, vielleicht gehen wir dazu gemeinsam ins Arbeitszimmer, dort können wir in Ruhe miteinander sprechen.“ „Maria“, ruft er seiner Frau danach noch kurz zu, „wir gehen kurz ins Büro, sind aber gleich wieder zurück.“

Johannes Rasch ist aktuell Mitte fünfzig und arbeitet bereits seit mehr als 30 Jahren in derselben Firma. Dort leitet er die Qualitätssicherungsabteilung, ist verantwortlich für den gesamten Messraum und die drei in diesem Bereich angestellten Mitarbeitenden. Er ist mit großem Abstand der älteste Mitarbeiter seiner Abteilung, vielleicht sogar des gesamten Unternehmens, wenn er genauer darüber nachdenken würde. Er hat die Lehre zum Prüf- und Messtechniker Anfang der Achtzigerjahre des letzten Jahrhunderts absolviert, als in seinem Betrieb noch fast ausschließlich analoge Messmittel verwendet wurden. Es gab damals im Betrieb nur ein einziges, fast wie ein Heiligtum behandeltes, digitales 3D-Messsystem der Firma Zeiss. Auf diese besondere Neuinvestition war sein Lehrherr damals unglaublich stolz, es war daher auch sein Privileg, diese Maschine als einziger programmieren und bedienen zu dürfen. In den Folgejahren etablierte sich die digitale Welt immer mehr in der produzierenden Industrie und Johannes durchlief viele Aus- und Weiterbildungszyklen, um mit dem technologischen Fortschritt weiterhin Schritt halten zu können. Er lernte dabei neben dem professionellen Umgang mit modernen und teilweise hochkomplexen digitalen Messsystemen auch die Grundlagen und Methoden der statistischen Prozesslenkung. Genauso studierte er die Ermittlung von und den Umgang mit Fähigkeiten der eingesetzten Messmittel. Ergänzend unterstützte er auch die Einführung eines modernen Messmittelmanagements. Praktisch sein ganzes Arbeitsleben wird er auch schon von der ISO 9001 begleitet, nach der das Unternehmen bereits seit 1988 zertifiziert ist. Seit diesem Zeitpunkt sind die Begriffe der Planung, Lenkung, Sicherung und

Verbesserung der Qualität fest mit seiner täglichen Arbeit verbunden.

„Weißt du, Andrea“, sagt er nach dem Schließen der Bürotür zu seiner Tochter. „Ich komme mir manchmal schon ein wenig überflüssig in meinem Job vor, weil ich mit meinen Kollegen der jüngeren Generation technologisch nicht mehr mithalten kann“, meint er sehr leise, fast so, als ob er sich für sein Alter schämen müsste. „Die können mit den modernen digitalen Systemen viel besser umgehen als ich und entwickeln sogar selbstständig neue Methoden, entdecken Anwendungsfälle und so weiter. Und ich alter Trottel sitze daneben und verstehe nur mehr Bahnhof. Unlängst war ein junger Kollege aus der IT bei mir und wollte sich abstimmen, ob und welche Anwendungsfälle für künstliche Intelligenz und Machine Learning aus meiner Sicht zukünftig in meinem Verantwortungsbereich gegeben sein werden. Ich habe mir ein paar Schlagworte aus seinen Ausführungen aufgeschrieben, musste den armen Kerl aber gleich mit einer billigen Ausrede wegschicken, da ich absolut keine Ahnung hatte, was mit diesen Fachausdrücken gemeint war. Und da mir die gesamte Situation jetzt so peinlich ist, wollte ich dich bitten, ob du mir mit deinem Fachwissen aus dem Studium der Industrewissenschaften nicht auf die Sprünge helfen kannst. Aber in ganz einfachen und auch für deinen alten Herren leicht verständlichen Worten, bitte.“

„Okay, Papa, ich will sehen, was ich machen kann. Kannst du mir vielleicht ein paar Begriffe nennen, die du in simplen Worten erklärt haben möchtest, und ich überlege

mir eine einfache Beschreibung, vielleicht auch eine grafische Darstellung, sodass ich dir alles möglichst gut veranschaulichen kann. Und bei meinem nächsten Besuch bei euch nehmen wir uns ausreichend Zeit für unsere kleine gemeinsame Lerneinheit.“ Johannes gibt ihr Papier und Stift und sie notiert sich darauf die folgenden Fachbegriffe:

- Digitalisierung
- Industrie 4.0 und Qualität 4.0
- Smart products
- Smart production
- Künstliche Intelligenz
- Machine Learning

„Fein, dann komme ich nächsten Samstag wieder zu euch. Dazu hätte ich eine Bitte, wenn ich es mir aussuchen darf: Minestrone, Saltimbocca mit getrüffeltem Risotto und Sorbetto di Limone als Abschluss des Menüs, wenn es euch recht ist.“ Tochter und Vater lachen noch immer herzlich, als sie das Büro wieder verlassen und in den Wohnraum zurückkehren, in dem Mutter Maria gerade ein kleines Schläfchen gemacht hat. Sie erwacht vom lauten Gelächter, sieht die beiden mit einem verschmitzten Lächeln an und meint: „Und ich dachte, ihr habt ein ernstes Thema miteinander zu besprechen.“ Danach umarmen sich die drei und drücken einander fest zum Abschied. Andrea verlässt anschließend die Wohnung ihrer Eltern und fährt zurück in ihre Studentenwohnung.

In der folgenden Woche ist Andrea intensiv mit der Beantwortung der Fragen ihres Vaters beschäftigt. Die meisten der Begriffe sind ihr aus dem Studium bereits wohlbekannt, bei einigen muss sie ergänzend die Hilfe ihrer Vorlesungsunterlagen, einiger Fachbücher und online durch Wikipedia in Anspruch nehmen. Die größte Herausforderung für sie ist aber, möglichst einfache Erklärungen zu finden, die ihrem Vater praxisgerecht in seiner aktuellen Lage helfen können. Daher beschließt sie, jeden Fachbegriff mittels eines plakativen Beispiels zu beschreiben. Um einen Leitfaden für sich selbst und den Inhalt der Lehrunterlagen zu erstellen, fasst sie zu Beginn ihrer Vorbereitung in wenigen prägnanten Sätzen die Bedeutung der Begriffe zusammen:

Unter **Digitalisierung** versteht man das Umwandeln von analogen Werten in digitale Formate und ihre Verarbeitung oder Speicherung in einem digitaltechnischen System. Die Information liegt dabei zunächst in beliebiger analoger Form vor und wird dann über mehrere Stufen in ein digitales Signal umgewandelt, das nur aus diskreten Werten besteht (Wikipedia, Digitalisierung, 2021).

Industrie 4.0 ist die Bezeichnung der vierten industriellen Revolution wobei das 4.0, vergleichbar mit der Version einer Software, auf die industriellen Fortschritte im digitalen Zeitalter hinweist. Die erzielbaren Verbesserungen innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette basieren dabei auf der Vernetzung von Maschine, Mensch und Services, welche von moderner Informations- und Kommunikationstechnik unterstützt wird.