Studienarbeit

Umfrageergebnisse zur Nutzung von Systems Engineering in der Digitalisierungs-Welt

„Systems Engineering als Enabler der digitalen Transformation in Verbindung mit cyber-physischen Systemen“

„für die Abschlussprüfung zum Certified Systems Engineers (GfSE)® Ebene A“

November 2026

vorgelegt von

Dr. Ilona Hofmann

Fichtelberger Str. 17 | 95682 Brand

Durchführungsort: Brand

Datum: 06. November 2026

Inhalt

1. Überblick zur Studienarbeit 1
   1.1 Grundsätzliche Problemstellung 1
   1.2 Inhalt der Studienarbeit 2
   1.3 Evaluierung Frameworks 2
   1.3.1 St. Galler Business Engineering-Framework / Navigator 4
   1.3.2 Systems Engineering GfSE/INCOSE 4
   1.3.3 Scaled Agile Framework (SAFe) 5
   1.3.4 Digital Transformation Management Frameworks 5
   1.3.5 Zachman-Framework 6
   1.3.6 TOGAF (The Open Group Architecture Framework) 6
   1.3.7 Branchenspezifische Frameworks 7
   1.4 Evaluierung Handlungsfelder 7
2. Durchführung theoretischer Forschung 10
   2.1 Gegenüberstellung der Frameworks 10
   2.2 Bewertung der Frameworks und Modelle 12
3. Durchführung empirischer Forschung 13
   3.1 Gestaltung der Umfrage 13
   3.2 Ergebnisse aus der Umfrage 14
   3.2.1 Berufserfahrung der Befragten explizit in der Produktentwicklung 14
   3.2.2 Branchenerfahrung der Befragten 15
   3.2.3 Tätigkeitsschwerpunkt der Befragten 16
   3.2.4 Standpunkt zur Eingruppierung der Digitalisierung durch Befragte 17
   3.2.5 Bekanntheitsgrad von „Systems of Systems“ bei Befragten 18
   3.2.6 Bewertung von Frameworks aus Sicht der Befragten 18
   3.2.7 Weitere Frameworks aus Sicht der Teilnehmer 19
   3.2.8 Bewertung der Handlungsfelder aus Sicht der Teilnehmer 20
   3.2.9 Weitere Handlungsfelder aus Sicht der Teilnehmer 21
   3.2.10 Präferenzen zu Modellierungssprachen seitens der Befragten 22
   3.2.11 Bewertung „provokanter Aussagen“ zu agilen Methoden 23
   3.2.12 Meinungsabfrage zu „Agilen Methoden“ 24
4. Fazit der Untersuchung 30

Angaben zur Dissertation 32

Literatur 32

1. Überblick zur Studienarbeit

Die Studienarbeit ist ein Auszug meiner Dissertationsarbeit mit dem Ziel der Entwicklung eines integrativen Referenz-Frameworks zur interdisziplinären Umsetzung von Projekten der digitalen Transformation in Verbindung mit cyberphysischen Systemen. Hier wird der Blick der „Digitalisierer“ eingenommen. Während Systems Engineering SE in traditionellen High-Tech-Branchen das Fundament bildet, ist SE es in klassischen IT- oder Software-Digitalisierungsprojekten weitgehendst unbekannt. Für diese Zielgruppe sind die Ergebnisse adressiert. Oft wird Digitalisierung hier rein als "Software-Einkauf" missverstanden. Dass eine Organisation selbst ein komplexes System aus Menschen, Prozessen und Technik ist, wird häufig erst schmerzhaft klar, wenn das Projekt scheitert.

In dieser Studienarbeit wird ein Auszug des Vergleichs, identifizierter, etablierter Frameworks, deren spezifischen Merkmale und zudem der strategische Stellenwert des Systems Engineering (SE) beleuchtet. Aufbauend auf dieser theoretischen Forschung folgte die empirische Forschung in Form einer Expertenbefragung hinsichtlich des Einsatzes von Systems Engineering in der Digitalisierungspraxis.

Die Veröffentlichung der Ergebnisse beider Forschungsabschnitte sind Inhalt dieser Studienarbeit. Damit liefert die Arbeit sowohl ein theoretisches Fundament als auch handlungsorientierte Impulse für die Nutzung von Systems Engineering in Transformationsprojekten in Verbindung mit cyberphysischen Systemen.

1.1 Grundsätzliche Problemstellung

Die zunehmende Vernetzung mit cyber-physischen Systemen (CPS) steigert die Komplexität von Digitalisierungsprojekten massiv. Neben technischen Herausforderungen erschweren regulatorische Anforderungen sowie Defizite im Methodenwissen und im Informationsfluss die erfolgreiche Umsetzung. Diese Arbeit untersuchte, wie etablierte Frameworks diesen Transformationsprozess unterstützen können. Die Digitalisierung in Verbindung mit cyber-physischen Systemen war das Forschungsobjekt, die Gesundheitswirtschaft war das Forschungssubjekt.

1.2 Inhalt der Studienarbeit

Die Studienarbeit setzt mit einer kurzen Erklärung über ausgewählte Frameworks ein. Dann werden die im Vorfeld erforschten Handlungsfelder der Digitalisierung in Verbindung mit cyber-physischen Systemen mit ihren Quellen aufgelistet. Dann folgt der systematische Vergleich identifizierter Frameworks und deren spezifischer Merkmale in Bezug auf die Handlungsfelder. Die Ergebnisse werden reflektiert und grafisch dargestellt. In der empirischen Forschung in Form einer Expertenbefragung sollten die bis dato gewonnenen Erkenntnisse verifiziert werden und Gewinnung neuer Einsichten beabsichtigt werden.

1.3 Evaluierung Frameworks

Der Beginn der Dissertation widmet sich zunächst der begrifflichen Klärung von Digitalisierung, digitaler Transformation und weiteren Fachbegriffen, die zu diesem Thema relevant sind. Während die Digitalisierung im engeren Sinne die technische Umwandlung analoger Daten in binäre Codes beschreibt, wird die digitale Transformation als ein umfassender Veränderungsprozess verstanden, der unternehmerische Abläufe, menschliche Handlungen und Informatik untrennbar miteinander verbindet (vgl. Wolan 2020: 2). Ein technologisches Kernelement bilden hierbei cyber-physische Systeme (CPS). Diese stellen eine Verbindung zwischen softwaretechnischen und physikalischen Komponenten dar, die über Infrastrukturen wie das Internet kommunizieren (vgl. Bendel 2021). CPS werden als Weiterentwicklung mechatronischer Ansätze hin zu symbiotischen Systemen auf Basis einer informationstechnischen Vernetzung aller Komponenten beschrieben (Drossel et al. 2018: 199).

Nachfolgend würde eine Reihe von Technologien untersucht, die als technologische Enabler gelten. Schwerpunkt war ebenfalls zu verstehen, warum diese Art von Projekten schwierig ist. Dazu wurden verschiedene Studien analysiert, die untersuchen, in welchem Ausmaß Digitalisierungsprojekte gelingen oder scheitern und verschiedene Gründe hierfür anführen.

Im nächsten Schritt wurden Frameworks evaluiert, die sich mit der Einführung von Digitalisierung beschäftigen. Diese Frameworks bedienen zumeist nur die softwaretechnische Perspektive. Ein Blick zurück in die 1960er-Jahre zeigt die ersten Ideen. Hier nannte sich dies Business Systems Planning (BSP)-Methodik und wurde von der Firma IBM in den USA entwickelt. Diese BSP-Methodik bildete die anfängliche Grundlage für alle aktuellen Enterprise Architecture Methodologien und Frameworks (vgl. Kotusev 2016: 1).

Für die theoretische Untersuchung wurde die bestehende Analyse über die Entwicklungen und Zusammenhänge von Enterprise Architecture Frameworks EAFs **(**Matthes 2011: 56**)** aktualisiert und um moderne, umsetzungsorientierte Ansätze ergänzt – insbesondere im Kontext cyberphysischer Systeme (CPS).
Bestehende Frameworks wurden um ihre zeitliche Weiterentwicklung vervollständigt und ergänzt um die ISO 15288, SAFe und das St. Galler Business Engineering-Framework. Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

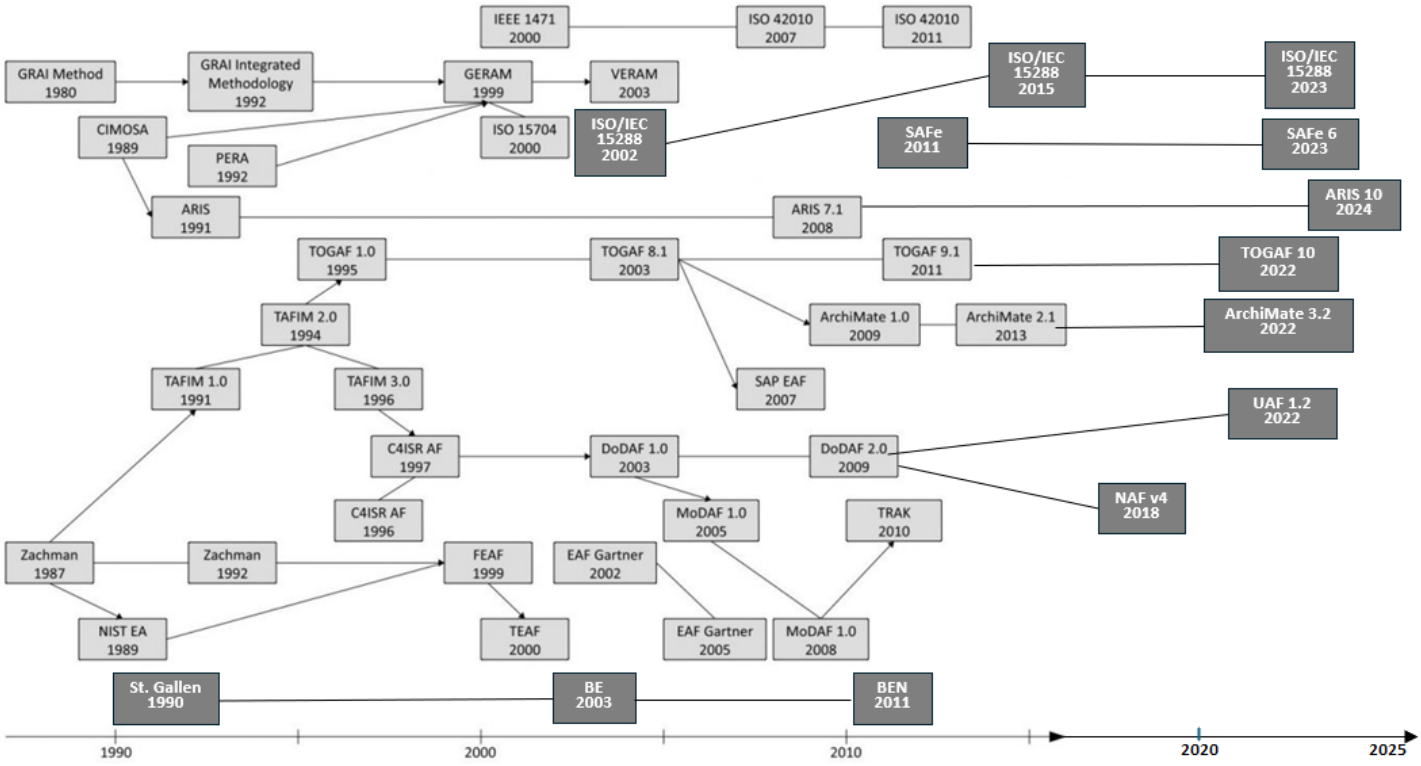


Abb. 1: Ergänzungen zur Untersuchung von Enterprise Architecture Frameworks (Anlehnung an Matthes 2011, 56)

Jedes Framework konzentriert sich auf bestimmte Aspekte der Transformation und besitzt unterschiedliche Perspektiven. Zum Teil ähneln, überlappen oder unterscheiden sich die angewandten Methoden.

Zur weiteren Untersuchung wurden folgende richtungsweisende, relevante Vertreter verschiedenster Ansätze ausgewählt, die markante Unterschiede aufweisen, wie das Zachman Framework, das St. Galler Business Engineering-Framework, Systems Engineering, TOGAF (The Open Group Architecture Framework), Digital Transformation Management Frameworks oder branchenspezifische Empfehlungen.

1.3.1 St. Galler Business Engineering-Framework / Navigator

Der in den 1990er Jahren an der Universität St. Gallen entwickelte Ansatz versteht sich als „betriebswirtschaftliche Konstruktionslehre“. Der Fokus liegt auf der betriebswirtschaftlich-technischen Integrationsperspektive, auf der methodischen Gestaltung von tiefgreifenden Veränderungen im Unternehmen („Change the Business“), die meist durch technologische Innovationen (IT) ausgelöst werden. Der Ansatz strukturiert die Transformation in drei hierarchische Gestaltungsebenen, wie Festlegung der Marktpositionierung, der Geschäftsfelder, Produkte und des Ökosystems (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:31). Umsetzung der Strategie durch die Definition von Abläufen, Aufgaben und der Aufbauorganisation (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:39). IT-Unterstützung der Prozesse durch Software, Daten und Infrastruktur (vgl. Österle, Blessing 2005: 12). Der Business Engineering Navigator ist die Weiterentwicklung mit Ergänzungen wie: Vielfalt der Methoden. Statt eines starren Modells nutzt er verschiedene Konzepte und Aggregationsgrade. Diese grafischen Modelle dienen dazu, die Verbindung zwischen fachlicher Lösung und IT-Systemen („Business to IT“) konsistent, einheitlich und vollständig darzustellen (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:20): Durch die Zerlegung in Ebenen und spezifische Modelltypen werden komplexe Transformationen handhabbar gemacht (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:15)

1.3.2 Systems Engineering GfSE/INCOSE

Systems Engineering (SE) ist ein interdisziplinärer Ansatz zur Unterstützung der Realisierung von Systemen. SE fokussiert darauf, die Kundenbedarfe und die geforderte Funktionalität möglichst früh im Entwicklungsprozess zu definieren, die Anforderungen zu dokumentieren und dann mit dem Systementwurf und der Systemvalidierung fortzufahren, während dabei zugleich das gesamte Problem im Blick behalten wird, einschließlich der Verwendung, der Kosten und des Zeitplans, der Leistungswerte, der Schulungsmaßnahmen und der Unterstützungsmaßnahmen, der Nachweise und Zertifizierungen, der Herstellung und der Entsorgung des Systems. Durch SE werden alle Fachdisziplinen in einem Teamansatz zusammengefasst, indem ein strukturierter Entwicklungsprozess vom Konzept über die Herstellung bis zur Verwendung des Systems beschrieben wird. Systems Engineering betrachtet sowohl die wirtschaftlichen als auch die technischen Bedarfe aller Kunden, mit dem Ziel, ein

qualitativ hochwertiges Produkt zu schaffen, das den Bedarfen des Kunden gerecht wird (vgl. GfSE 2017:15).

1.3.3 Scaled Agile Framework (SAFe)

Die Large-Scale Agile Frameworks sind die agilen Modelle zur digitalen Transformation in großen Organisationen (vgl. Block 2023: 9). Das skalierende agile Framework (engl.: scaled agile framework, kurz SAFe) ist ein agiles Konzept zur methodischen Organisation für Software-Entwicklung. Als Framework stellt SAFe methodisches Wissen in Form eines dokumentierten Vorgehensmodells und von in der Praxis bewährten Prozessmustern bereit und wurde 2011 gegründet. Neben dem Portfolio-Management ist SAFe insbesondere darauf spezialisiert, die Ausrichtung, Zusammenarbeit und den Bereitstellungsprozess von Software über eine große Anzahl agiler Teams strukturiert zu organisieren (vgl. Block 2023: 60). Um die gewünschte Business-Agilität für ein gesamtes Unternehmen zu erreichen, legt SAFe sieben Kernkompetenzen fest, wie Lean Portfolio Management, Organisationsagilität, die Kultur des kontinuierlichen Lernens, Team- und technische Agilität, agile, kundenorientierte Produktentwicklung, Enterprise Solution Delivery und Lean-Agile-Leadership (vgl. Pfannstiel/Siedl/Steinhoff 2021: 210).

1.3.4 Digital Transformation Management Frameworks

Es bezeichnen sich viele Frameworks als „Digital Transformation Management Framework“. Stellvertretend wurde das „Digital Transformation Management Framework“ von „Hess & Barthel“ herangezogen. Dieses DTM-Framework betrachtet die digitale Transformation aus einer gesamthaften Perspektive für ein Unternehmen und stellt die digitalen Innovationen in das Zentrum. Typischerweise gibt es in einem Unternehmen eine Vielzahl von Ideen für neue Produkte, Prozesse sowie für das Anpassen von Strukturen, Systemen und Kulturen. Erforderlich ist daher eine Transformationsstrategie, die Schwerpunkte setzt und den Kontext des finanziellen Rahmens und der technologischen Möglichkeiten berücksichtigt. Diese ist nicht mit einer IT-Strategie zu verwechseln, sondern schafft die Verbindung zur Unternehmensstrategie und gegebenenfalls anderen „Leitplanken“. Die Entwicklung einer Transformationsstrategie ist das erste Themenfeld im Rahmen des Managements der digitalen Transformation. Ein weiterer zentraler Aspekt im DTM-Framework ist die Veränderung an Produkten und Prozessen sowie

Geschäftsmodellen. (vgl. Hess 2022: 6) Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle können nur verändert werden, wenn eine Reihe von Voraussetzungen im Unternehmen gegeben sind. Diese Voraussetzungen liegen in der Unternehmensorganisation. So müssen eine innovationsfördernde Unternehmensorganisation und Unternehmenskultur vorhanden sein. Dies lässt sich nur über einen längeren Zeitraum verwirklichen. Es werden hierzu drei Themenfelder der digitalen Transformation beschrieben, die in ihren Wechselwirkungen miteinander stehen (vgl. Hess 2022: 7).

1.3.5 Zachman-Framework

Ein historischer und wegweisender Vertreter der Enterprise Architecture Frameworks ist das Zachman Framework. Das Zachman-Framework bietet einen Ordnungsrahmen für Enterprise Architecture, der Architekturartefakte (z.B. Designdokumente, Spezifikationen und Modelle) schematisch organisiert. Zachman erkannte, dass Informationssysteme eine Komplexität mit sich bringen, die durch eindeutige Klassifizierungen und Schnittstellen abgebildet werden muss, was durch eine Art Architektur der IT-Komponenten abgebildet werden soll. Die Vorgehensweise ist, dass die Fragen „Was“, „Wie“, „Wann“, „Wer“, „Wo“ und „Warum“ beantwortet werden müssen. Dadurch können Unternehmen einen umfassenden Überblick über komplexe Ideen schaffen, die zur Planung, Implementierung, Verarbeitung und Bewertung der Unternehmensstruktur einer Organisation verwendet werden. Zudem sollen die Artefakt-Ziele von Business Owner und Systementwickler gleichermaßen betrachtet sowie auch Daten und Funktionalitäten (vgl. Schweda C. 2024: 243). Das Zachman-Framework besteht aus 36 Kategorien. Diese sind in sechs Zeilen und sechs Spalten angeordnet und bilden somit eine zweidimensionale Matrix.

1.3.6 TOGAF (The Open Group Architecture Framework)

TOGAF (The Open Group Architecture Framework) ist ein führender Standard zur Entwicklung, Planung, Implementierung und Verwaltung von Unternehmensarchitekturen. Es bietet einen zyklischen Prozess (ADM - Architecture Development Method). Dieser beschreibt, wie eine Unternehmensarchitektur entwickelt, umgesetzt und kontrolliert wird. Man fängt bei der Vision an, geht über die Facharchitektur zur IT und endet beim Änderungsmanagement. Die Domänen umfassen vier Hauptarchitekturbereiche:

Geschäfts-, Daten-, Anwendungs- und Technologiearchitektur (vgl. The Open Group 2022:17).

1.3.7 Branchenspezifische Frameworks

Branchenspezifische Frameworks sind HISA Health Information System Architecture – ISO 12967 und die WHO Guideline, die hier als beispielhafte Vertreter gelten.

1.4 Evaluierung Handlungsfelder

Ein großer Anteil der Dissertation beschäftigt sich mit der Evaluierung von Handlungsfeldern. Als Handlungsfeld gelten diejenigen Bereiche, die grundsätzlich mit einem Digitalisierungsprojekt in Berührung kommen und in Verbindung mit cyber-physischen Systemen stehen. Hier in der Studienarbeit werden die analysierten Handlungsempfehlungen, Methoden oder Vorgehensweisen, die die Digitalisierung in Verbindung mit cyber-physischen Systemen tangieren und später in das zu entwickelnde Framework einfließen, als Beleg gelistet:

ID	Dimension	Bereiche & Methoden
1	Strategie/ Geschäftsmodell	Geschäftsnetzwerkmodell (Zusammenwirken von Unternehmen oder Geschäftseinheiten), Geschäftspartnerprozessmodell (Zuordnung Kunden- bzw. Lieferantenprozess), Produkt-/Service-Modell (definiert die Produkt- bzw. Service-Architektur im Sinne von Produkt-/Servicegruppen und -familien, Produkt-/Serviceplattformen), Modell des Zielsystems (definiert Organisationsziele, Erfolgsfaktoren, Kennzahlen) (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:31). Lebenszykluskonzepte (in Bezug auf Beschaffung, Bereitstellung, Wartung und Entsorgung), Betriebskonzept (Bedarfe, Ziele und Charakteristiken des Systems) (vgl. GfSE 2017: 222), Strategic Themes, Portfolio Vision, (vgl. Safe 2025) Transformations-Governance, Transformationsstrategie (vgl. Hess 2022: 9), Business Model Canvas-Ansatz (vgl. Hess 2022: 226), Phase A: Architecture Vision (vgl. The Open Group 2022:31), PHASE 3: Definition des zukünftigen Zustands, PHASE 4: Planung der Unternehmensarchitektur (WHO 2020)
2	Betriebsökonomie	Hofmann A. 2016.Lean Budgets, Lean Budget Guardrails (vgl. Safe 2025)
3	Organisations-Management	Spezifikation von Organisationseinheiten, Aufbauorganisation, Ablauforganisation (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:56), Rollen für die digitale Transformation festlegen (vgl. Hess 2022: 10), Geschäftsprozessoptimierung (vgl. Hess 2022:87), Phase B: Business Architecture (vgl. The Open Group 2022:43), PHASE 1: Bewertung des aktuellen Zustands und der unterstützenden Umgebung (WHO 2020)
4	Innovations-management	interne, digitale Prozessinnovationen; externe, digitale Produkt- und Serviceinnovationen (vgl. Hess 2022: 6)
5	Prozess-Management	Prozesslandkarte, Leistungsprozesse, Unterstützungsprozesse und Führungsprozesse (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:40)

		Prozessdetailentwurf (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:86) technische Prozesse, technische Management-Prozesse, organisatorische Unterstützungsprozesse und Vertragsprozesse und von Anpassungsprozessen (vgl. GfSE 2017: 3) Prozessmodellierungstechniken (z. B. BPMN-Ansatz) (vgl. Hess 2022: 226)
6	Vertrags-gestaltungen	Beschaffungsvertrag (Lieferantenauswahl, Ausschreibung, Angebotsanfrage, Lastenheft, Beschaffungsmanagement) (vgl. GfSE 2017: 212) Lieferantenvertrag (Angebotserstellung, Pflichtenheft, Lieferantenmanagement, Lieferprozess, Abnahme) (vgl. GfSE 2017: 216)
7	Wertschöpfungs-kette/Ökosystem	Value Stream Management (vgl. Safe 2025) Wertbeiträge (vgl. Hess 2022: 52), Lean Development (vgl. GfSE 2017: 216), Wertanalyse (vgl. GfSE 2017: 374), Wertschöpfungskette, -netzwerk ((vgl. Österle/Winter/Brenner 2011)
8	System-/Produktentwick-lungsgedanke	Produkt (vgl. GfSE 2017: 15) Solution (vgl. Safe: 2025) individualisierte Produkte (vgl. Hess 2022: 33)
9	Einkauf, Produktion, Übergabe, Betrieb	Bereitstellung Infrastruktur, Schulungskonzepte, Sicherstellung Verfügbarkeit, Sustaining, Wartungsplanung (vgl. GfSE 2017: 216)
10	Ressourcen-management	(vgl. Röder/Hensen/Franz 2009: 2), Phase F: Migration Planning (TOGAF 2024)
11	Wissens-management	Erfassung von Know-How, Informationsverteilung, „Lessons Learned“ (vgl. GfSE 2017: 244)
12	Informations-management	Informationsmodell, Informationslandkarte, Informationsfluss, Informationsobjekte (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:31); Backlogs (SAFe 2024), Phase C: Information System Architecture (vgl. The Open Group 2022:59))
13	Transformations-möglichkeiten/ Bereiche	Abschnitt: Technologien als Enabler
14	Bewertung des Nutzens	Cost-Effectiveness Analysis, Cost-Benefit Analysis, Life Cycle Costs, Total Cost of Ownership, Price to win (vgl. GfSE 2017: 335/336)
15	Business IT-Alignment	IT-Funktionalitäten, Abdeckungsanalysen (untersucht Grad der IT-Unterstützung von Geschäftsprozessen und Produkten) (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:47), Masak 2006
16	Workflow-management	(vgl. Gadatsch 2023: 27)
17	Technologien als Enabler	Cloud-Computing, Internet der Dinge, Management großer, heterogener Datenmengen, verteilte Datenbanken in Blockchains, künstliche Intelligenz, Sensorik, Roboter, Ecosystems (vgl. Hess 2022: 30) Acceptance and Use of Technology (vgl. Hess 2022: 39)
18	Informations-systeme	Applikationslandkarte, Softwarelandkarte, Datenobjekte, Softwarearchitektur, (Applikations-)Softwarekomponenten, Datenelemente, Datenarchitektur, Schnittstellenanalysen (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:52) Zielsystem, kooperierende Systeme, konkurrierende Systeme, unterstützende Systeme, Sub-Systeme (vgl. GfSE 2017: 28)
19	IT-Infrastruktur	Informationstechnikkomponenten, Systemsoftware (Betriebssysteme, Datenbankmanagementsysteme, Workflowsysteme), Hardware (physische), virtuelle Server, Servercluster (vgl. Österle/Winter/Brenner 2011:53) Verfügbarkeiten (vgl. GfSE 2017: 228), Architectural Runway (vgl. Safe: 2025), Cloud-Computing, bimodale IT (vgl. Hess 2022: 226), Orchestrierung (vgl.

		Hess 2022: 228), Phase D – Technology Architecture, (vgl. The Open Group 2022:83).
20	Interoperabilität	Interoperabilitätsanalyse (vgl. GfSE 2017: 341), Interoperability Requirements (vgl. The Open Group 2022:193), plus Abschnitt 1.3.5
21	Safety, Security und Privacy	Safety: Preliminary Hazard Analysis, Functional Hazard Analysis, System (Element) Hazard Analysis, Operations and Support Hazard Analysis, Health Hazard Analysis, Fault Tree Analysis, Probabilistic Risk Assessment, Event Tree Analysis (vgl. GfSE 2017: 358) Security: System Security Plan, Plan zur Bewertung der Verwundbarkeit, Systemschutz-Risikomanagementplan, Systemschutz-Architekturansichten, Systemschutz-Testplan, Auslieferungsplan und Notfall- und Krisenplan, (vgl. GfSE 2017: 363)
22	System of Systems Herausforderung	System-Denken, Systemgrenzen, Systemkontext, interdisziplinärer Ansatz, Systemdynamik (vgl. GfSE 2017: 228) Zielsystem, kooperierende Systeme, konkurrierende Systeme, unterstützende Systeme, Sub-Systeme (vgl. GfSE 2017: 28)
23	Operative System-/ Produktentwicklung	Geschäfts- oder Auftragsanalyse, Stakeholder-Needs, Stakeholder Requirements, Systemanforderungen, Architekturgestaltung, Design, Systemanalyse, Umsetzung, Integration, Verifikation, Übergabe, Validierung, Betrieb, Wartung, Entsorgung (vgl. GfSE 2017: 2), sowie alle weiteren Prozesse der ISO 15288, Continuous Delivery Pipeline (Continuous Exploration (CE), Continuous Integration (CI), Continuous Deployment (CD), Release on Demand), Solution Intent, Set-Based Design, Model-Based Systems Engineering (MBSE), Built-In Quality, DevOps (Devekopment+ IT Operations), PI Objectives, Iterations, System Demos (vgl. Safe: 2025), Phase D: Technolgy Architecture, Phase G: Implementation Governance, Phase H: Architecture Change Management (TOGAF 2024), PHASE 6: Überwachung und Bewertung digitaler Gesundheitsimplementierungen und Förderung der Datennutzung, PHASE 7: Implementierung, Wartung und Skalierung (WHO 2020)
24	Regularien der Systementwicklung	Keine Hinweise; entsprechende Branchennormen
25	Projekt-management	Value Stream Coordination, Backlog, Scrum, Kanban (vgl. Safe: 2025), Projektcontrolling und -bewertung (vgl. Hess 2022: 50), Phase E Opportunities and Solutions (TOGAF 2024) iapm
26	Portfolio-management	Portfolioprozess (vgl. GfSE 2017: 231) Portfolio Flow (vgl. Safe: 2025)
27	Identifizieren von Bedürfnissen der Akteure / Zielgruppe	Geschäfts- oder Auftragsanalyse, Stakeholder-Needs, Stakeholder Requirements, Stakeholder Analyse, Projektumfeldanalyse, IAPM (Postur, PESTEL), Use Cases Design Thinking, Lean User Experience (Lean UX) (vgl.Safe 2025), Customer Journey Map (vgl. Hess 2022: 226)
28	Risikobetrachtung	Kostenrisiko, Terminrisiko, technisches Risiko, außen bestimmtes Risiko, Projektrisiken, Produktrisiken, Risikomanagement (vgl. GfSE 2017: 171)
29	Entscheidungs-management	Entscheidungssituationen, formale Entscheidung, Multiple objective decision analysis (MODA), Entscheidungsbäume, Multiple criteria decision analysis (MCDA), z.B. paarweisen Vergleichs, Nutzwertanalyse, Sensitivitätsanalyse, Wahrscheinlichkeitsrechnung (vgl. GfSE 2017: 168) Big Data (vgl. Safe 2025)
30	Komplexitäts-reduktion	Design-Thinking (vgl. Hess 2022: 64)
31	Digital Leadership	Head of Digital Transformation (vgl. Hess 2022: 206)

32	Mensch & Kommunikation	Teamzusammensetzung (vgl. Hess 2019: 48)
33	Veränderungs-management	Mitarbeiterorientierung, Kulturanalyse, Kulturwandel, Fehlerkultur (vgl. Hess 2022: 226), PHASE 2: Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses und strategische Planung (vgl. WHO 2020)
34	Schnittstellen-Kommunikation	definierte Prozessübergabeschnittstellen (vgl. GfSE 2017: 4), Model-Based Systems Engineering (vgl. GfSE 2017: 291)
35	Regularien - branchen-spezifisch	diverse
36	Branchen Know How	PHASE 5: Bestimmung der Anforderungen an Gesundheitsinhalte (vgl. WHO 2020)

Tab. 1: Liste analysierter Handlungsfelder

2. Durchführung theoretischer Forschung

2.1 Gegenüberstellung der Frameworks

Dieser Abschnitt dient dem Vergleich der relevanten Frameworks (kurz FW) hinsichtlich der Abdeckung der ermittelten Handlungsfelder. Zur Gegenüberstellung wird eine Matrix aus Frameworks und Handlungsfeldern erstellt. In der horizontalen Ebene werden die Frameworks durch eine Nummer gekennzeichnet.

FW 1 = St. Galler Business Engineering-Framework / Navigator
FW 2 = Systems Engineering GfSE/INCOSE
FW 3 = Scaled Agile Framework (SAFe)
FW 4 = Digital Transformation Management Frameworks
FW 5 = Zachman-Framework
FW 6 = TOGAF (The Open Group Architecture Framework)
FW 7 = HISA Health Information System Architecture – ISO 12967
FW 8 = WHO Guideline

In der Vertikalen werden die insgesamt 36 ermittelten Handlungsfelder und Gebiete, die die Digitalisierung betreffen, in der Matrix mit der Überschrift „Dimension“ bezeichnet. Diese Dimensionen erhalten eine Identifikationsnummer. Die 36 Dimensionen wurden wie folgt geclustert:

- Betriebswirtschaftliche Perspektive
- Technische Perspektive
- Projektspezifische Perspektive
- Menschliche Perspektive
- Branchenspezifische Perspektive

Zur Markierung in der Gegenüberstellung wurde eine Systematik entwickelt, was als minimal und explizit zu bewerten ist. Im Folgenden ist das Ergebnis mit entsprechender Kennzeichnung der Bewertung aufgezeigt:

Leeres Feld = Dimension findet keine Erwähnung im Framework FW

! = Dimension findet minimale Erwähnung im Framework FW

X = Dimensionen findet explizite Erwähnung plus Handlungsempfehlung im FW

	ID	Dimension	FW to be evaluated							
			1	2	3	4	5	6	7	8
betriebswirtschaftliche Perspektive	1	Strategie / Geschäftsmodell	x	x	x	x	x	x		x
	2	Betriebsökonomie	!	!	x	!	!	!		
	3	Organisationsmanagement	x	!	!	x	x	x	!	x
	4	Innovationsmanagement				x				
	5	Prozessmanagement	x	x		x	x			x
	6	Vertragsgestaltungen		x						
	7	Wertschöpfungskette/Ökosystem	x	x	x	x				
	8	System-/Produktgedanke		x	x	x				
	9	Einkauf, Produktion, Übergabe, Betrieb		x						
	10	Ressourcenmanagement		!	!			x		
	11	Wissensmanagement		x						
	12	Informationsmanagement	x	x	x		!	x	x	
	13	Transformationsmöglichkeiten/ Bereiche								
	14	Bewertung des Nutzens		x		!				
	15	Business IT-Alignment	x							
Technische Pers.	16	Workflowmanagement	!				!	!		x
	17	Technologien als Enabler				x				
	18	Informationssysteme	x	x	!		x	x	x	x
	19	IT-Infrastruktur	x			x		x	x	
	20	Interoperabilität		x				x	x	x
	21	Safety, Security, Privacy & Informationssicherheit		x						x
	22	System of Systems Herausforderung		x						
	23	Operative System-/ Produktentwicklung		x	x		x	x	x	x
	24	Regularien der Systementwicklung		!	!					x
Projekt-Perspektive	25	Projektmanagement	!	x	x	x		x		x
	26	Portfoliomanagement		x				!		
	27	Stakeholder Needs		x	x	x		x		x
	28	Risikobetrachtung		x				x		
	29	Entscheidungsmanagement		x	x			!		
	30	Komplexitätsreduktion		x						
Menschliche P	31	Digital Leadership				x				
	32	Mensch, Softskills & sozi. Kompetenzen		x	!	x	x			
	33	Veränderungsmanagement	!			x				x
	34	Schnittstellen-Kommunikation		x	!					
Bran che	35	Branchenspezifische Regularien							x	x
	36	Branchen Spezifika							x	x

		∑ x ∑ !	8 + 4	2 2 + 4	9 + 6	1 3 + 2	6 + 3	11 + 4	7 + 1	1 4
		∑	1 2	2 6	1 5	1 5	9	1 5	8	1 4

Tab. 2: Gegenüberstellung und Bewertung verschiedener Frameworks

Frameworks bieten eine ganzheitliche Perspektive auf die Unternehmenslandschaft, setzen jedoch unterschiedliche Schwerpunkte in Methodik und Detailtiefe.

2.2 Bewertung der Frameworks und Modelle

Die folgende Zusammenfassung bewertet die 8 relevanten Ansätze hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den Handlungsfeldern, um die Eignung für die digitale Transformation in Verbindung mit cyber-physischen Systemen zu bewerten. Die Zusammenfassung der vergleichenden Analyse sieht wie folgt aus:

Framework	**Kernfokus**	**Stärken (+)**	**Schwächen (-)**
FW 1: St. Galler BEN (12/36 Dim.)	IT-Business-Alignment	Enge Verzahnung von Strategie, Organisation und IT; detaillierte Prozessmodelle.	Endet bei der Softwarearchitektur; keine Inbetriebnahme; ignoriert Cyber-physische Systeme (CPS).
FW 2: Systems Engineering (26/36 Dim.)	System- & Produkt-entwicklung	Sehr hoher Detailgrad; alle Aspekte zur Entwicklung von CPS berücksichtigt	Vernachlässigt Innovationsmanagement und BWL-Strategien; hohe Einstiegshürde (Expertenwissen).
FW 3: SAFe (15/36 Dim.)	Agile Organisation	Skalierung agiler Methoden (Scrum, Kanban); Fokus auf Time-to-Market und Kunden.	Hohe Bürokratie; rein softwarezentriert; vernachlässigt Hardware-Abhängigkeiten (Mechanik/Elektronik).
FW 4: DTMF (15/36 Dim.)	Management & Kultur	Fokus auf Strategieentwicklung, Unternehmenskultur und Change-Management.	Rein managementgetrieben; mangelnde Tiefe bei der technologischen Umsetzung und CPS.
FW 5: Zachman (9/37 Dim.)	Unternehmens-architektur	Logische Strukturierung komplexer Systeme; iterativ anwendbar.	Veralteter Blickwinkel (Digitalisierung nur als IT-System); keine Anleitung zur Realisierung.
FW 6: TOGAF (15/36 Dim.)	Enterprise Architecture	Optimierung von IT-Investitionen; modulare Architekturebenen; gute Systemkoordination.	Sehr komplex und schwer erlernbar; Fokus auf IT-Strukturen statt auf CPS-Anbindung oder Umsetzung.

Framework	Kernfokus	Stärken (+)	Schwächen (-)
FW 7: HISA (8/37 Dim.)	Health IT	Spezialisierung auf Gesundheitssoftware und regulatorische Anforderungen.	Vernachlässigt Geschäftsprozesse und die Integration physischer Komponenten (CPS).
FW 8: WHO Guideline (14/37 Dim.)	Digital Health Planning	Fokus auf Implementierungskosten und länderspezifische Regularien im Gesundheitswesen.	"Implementierung" bleibt oberflächlich; kein systematischer technischer Engineering-Ansatz.

Tab. 3: Zusammenfassung der Bewertung verschiedener Frameworks

Die Schwerpunkte der einzelnen Frameworks in Abhängigkeit von den erfüllten Dimensionen grafisch dargestellt, ergeben folgende Abbildung

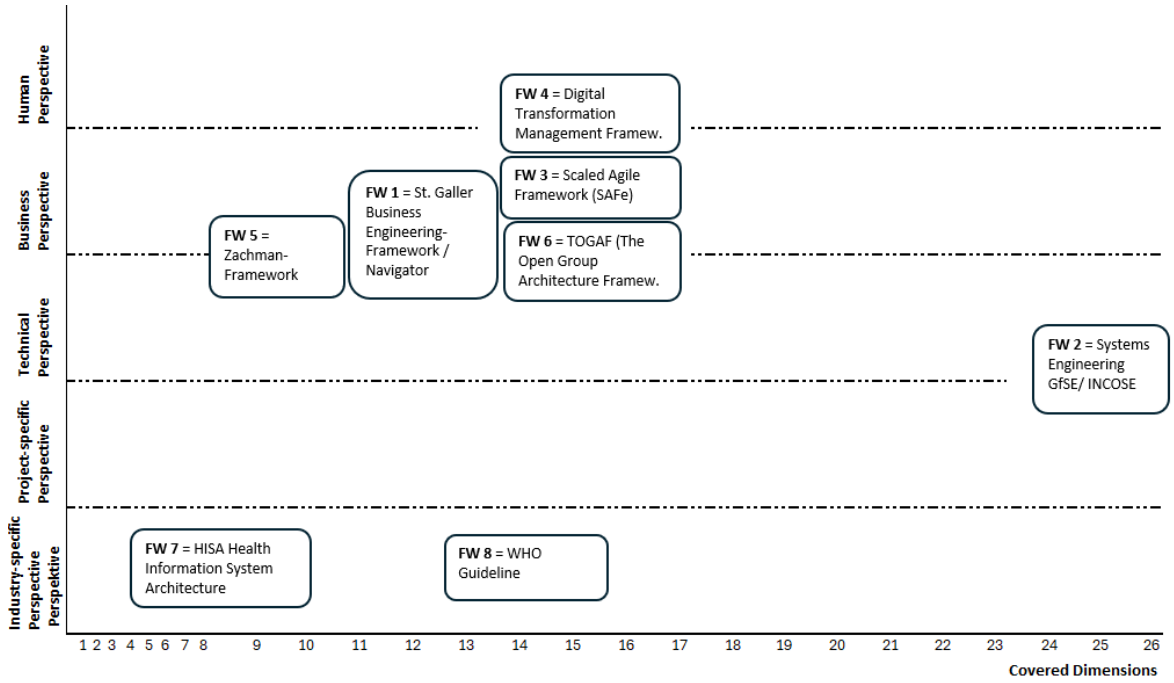


Abb. 2: Frameworks in Abhängigkeit von abgedeckten Dimensionen

Unter dieser Betrachtung ist Systems Engineering der Favorit.

Um die bisher erarbeiteten und gewonnenen Erkenntnisse zu verifizieren und neue Impulse zu generieren, werden weitere dokumentierte, auswertbare Daten und Informationen benötigt. Diese Erkenntnisse werden durch eine Umfrage gewonnen.

3. Durchführung empirischer Forschung

3.1 Gestaltung der Umfrage

Zur Zielerreichung wurde der Forschungsprozess nach Atteslander (vgl. Atteslander 2003: 21) in fünf Phasen umgesetzt. Bestehend aus theoretischen Orientierungen, Operationalisierungsverfahren, Forschungsdesign, Analyse- und

Bewertungsverfahren. Ergänzt durch den Ansatz „Mixed Methodologies“ (vgl. Hug/Poscheschnik 2020: 112) werden im Rahmen des Forschungsdesigns qualitative und quantitative Forschungsmethoden kombiniert.

In der Operationalisierungsphase wurden die Vorbereitungen für eine Expertenumfrage aus der Benennung des Gegenstandes, der Begriffsdefinition, der Formulierung von Forschungsfragen, Hypothesen und Indikatoren erstellt. Danach würde das Forschungsdesign erstellt. In dieser Phase wurden der Fragebogen entwickelt, der Rahmen definiert und der Pre-Test durchgeführt. Der Originaltext der Umfrage befindet sich unter https://forms.gle/6gEjuBC9yygek5BaA. Zum Start der Datenerhebung wurde die Zielgruppe direkt per E-Mail oder über einen Post in fachspezifischen Social-Media-Gruppen kontaktiert.

3.2 Ergebnisse aus der Umfrage

Die Rücklaufquote bei Experten im direkten Kontakt lag bei ca. 30 %. Die Rücklaufquote in den sozialen Netzwerken lag mit 750 versendeten E-Mails und diversen Posts deutlich unter 10 %. Insgesamt flossen 98 vollständig ausgefüllte Fragebögen in die Analyse ein. und mit folgenden Ergebnissen:

3.2.1 Berufserfahrung der Befragten explizit in der Produktentwicklung

Die Abfrage nach der Berufserfahrung der Teilnehmer lässt Rückschlüsse darauf zu, in welchem Ausmaß berufliche Kompetenz vorliegt, und dementsprechend kann die Aussagekraft der Ergebnisse gewichtet werden. Da kein Proband über keine Berufserfahrung berichtet hat, müssten hierzu keine Angaben herausgefiltert werden. Erfreulicherweise handelte es sich bei den Befragten um sehr berufserfahrene Teilnehmer in der Produktentwicklung, die somit eine gewichtige Aussagekraft besitzen: 68,3 % der Befragten besitzen mehr als 10 Jahre Berufserfahrung in der Produktentwicklung.

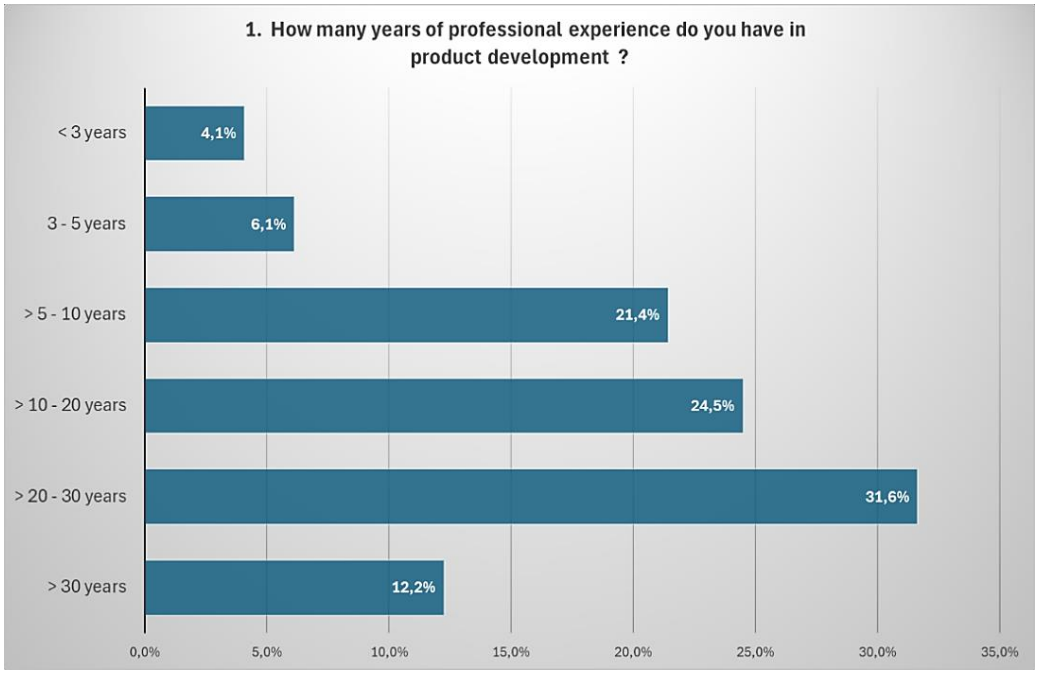


Abb. 3: Berufserfahrung der Befragten explizit in der Produktentwicklung

3.2.2 Branchenerfahrung der Befragten

Ein weiterer Aspekt zur Bewertung der Aussagekraft der Antworten war, in welchen Branchen die Teilnehmer ihre Berufserfahrung sammelten. Da maßgeblich das Forschungssubjekt Gesundheitswirtschaft im Fokus der Forschung stand, zeigt sich hier, dass 63,2 % der Befragten die Expertise in dem gewünschten Bereich besaßen. Die Quote von fast 30% des Know-How in Informationstechnologie war im Kontext des Forschungsobjektes Digitalisierung sehr interessant. Jeder Teilnehmer konnte maximal 3 Bereiche angeben. Positiv ist auch, dass das Branchen-Know-How mit 59 % aus der Automobilindustrie stammt. Es waren nur Branchen im Angebot, die ebenfalls unter den gesetzlichen Auflagen agieren müssen und den normativen Auflagen, die der Gesundheitswirtschaft/Medizintechnik nahekommen.

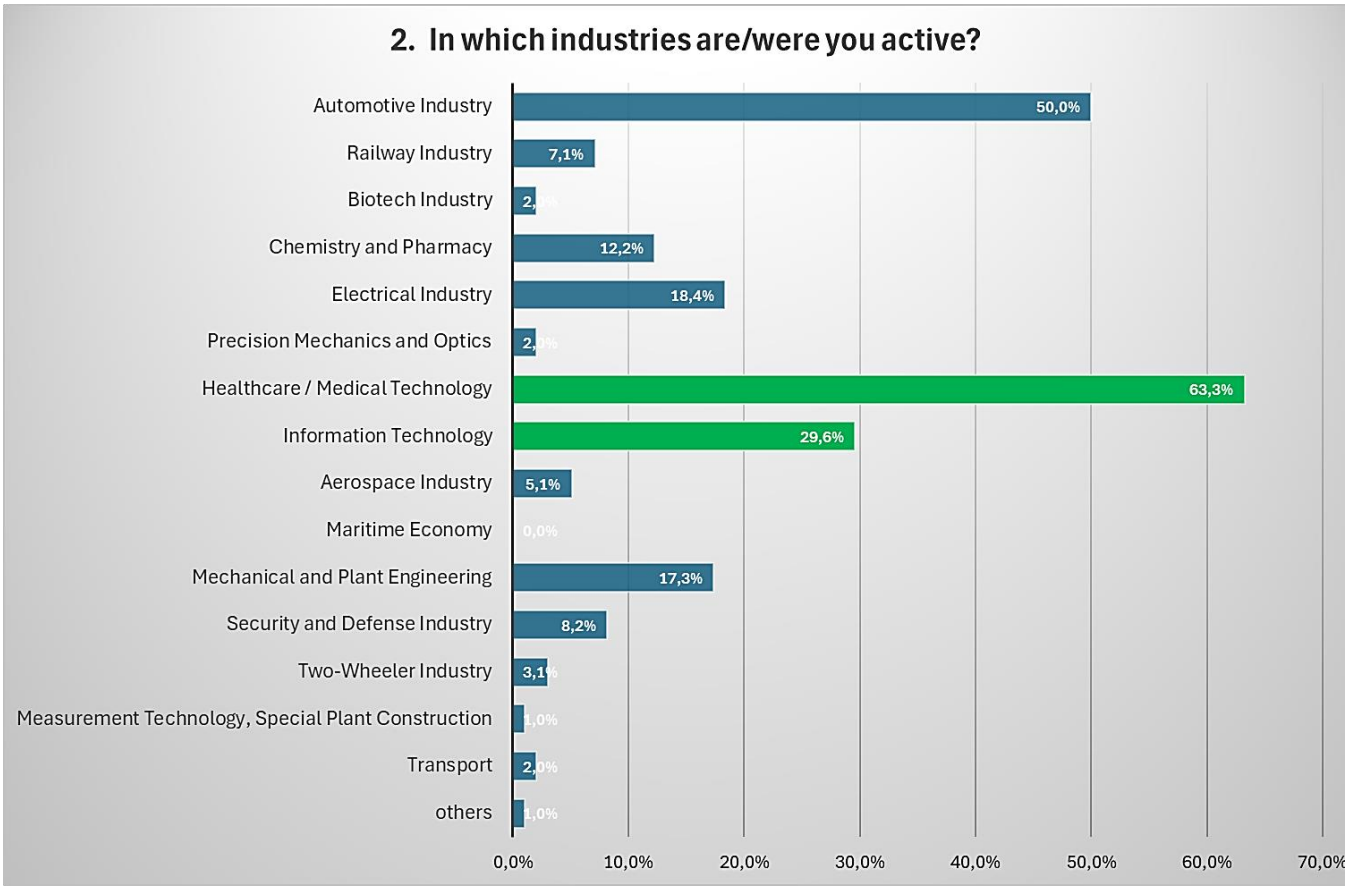


Abb. 4: Branchenerfahrung der Befragten

3.2.3 Tätigkeitsschwerpunkt der Befragten

Um weiterhin den Blickwinkel der Probanden besser einsortieren zu können, war der Tätigkeitsschwerpunkt der Teilnehmer von Interesse. Hier konnten die drei Tätigkeitsfelder angekreuzt werden. Der Aufgabenbereich der Produktentwicklung wurde nochmals gesondert, in die verschiedenen Bereiche geclustert. Im Gesamtergebnis hatten 55,1 % Erfahrung mit Management, Projektmanagement, Coaching oder Beratung. Werden die einzelnen Fragebögen betrachtet, ist ersichtlich, dass jeder der 55,1 % zusätzlich einen direkten Bezug zu einer Disziplin in der Produktentwicklung besitzt. Sozusagen Management mit Praxiserfahrung. Generell ist Produktentwicklung gut vertreten und mit fast einem Viertel an Digitalisierungs-Know How, was in diesem Kontext positiv ist.

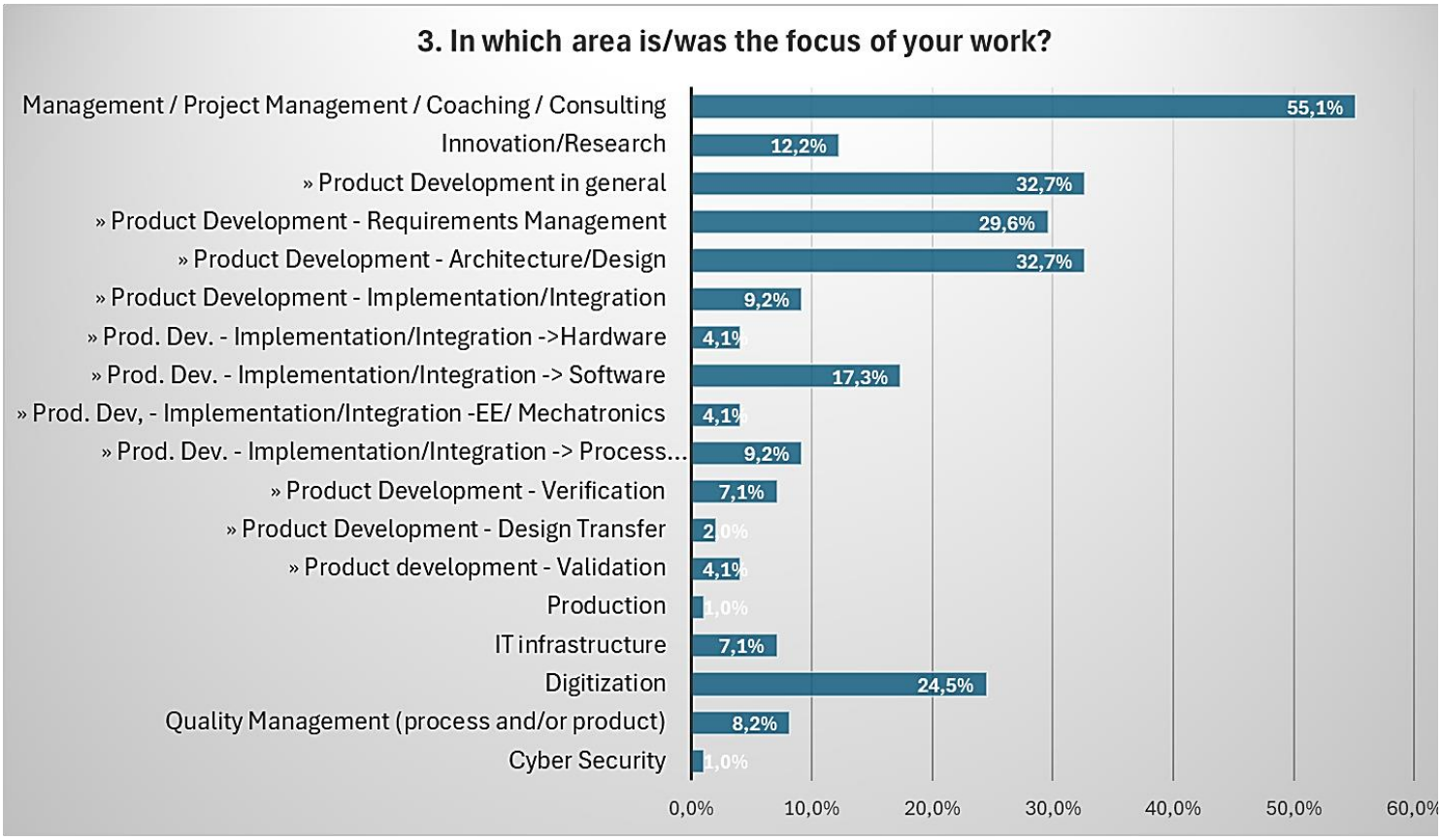


Abb. 5: Tätigkeitsschwerpunkt der Befragten

3.2.4 Standpunkt zur Eingruppierung der Digitalisierung durch Befragte

Als erste fachliche Frage wurde der grundsätzliche Standpunkt eingeholt, ob Digitalisierung in Verbindung mit cyber-physischen Systemen hinsichtlich der Vorgehensweise der Realisierung in die Disziplin Produkt-/ Systementwicklung fällt. Damit die Befragten die gleiche Basis besitzen, wurden zwei Definitionen vorgegeben:

Digitale Transformation und Digitalisierung werden in diesem Kontext synonym betrachtet und besitzen zwei Perspektiven. Zum einen, das technische Prozedere, wie Signale gewandelt und mit Datenverarbeitung nutzbar gemacht werden, zum anderen die Nutzung von Digitalisierung durch uns als Individuen oder Gesellschaft, d. h. die Wirksamkeit des Zusammenspiels mit und durch den Menschen, den entsprechenden Technologien und der Einsatzgestaltung.

Cyberphysische Systeme sind Systeme, bei denen informations- und softwaretechnische mit mechanischen Komponenten verbunden sind, wobei Datentransfer und -austausch sowie Kontrolle bzw. Steuerung über ein Netzwerk wie das Internet in Echtzeit erfolgen. Wesentliche Bestandteile sind mobile und

bewegliche Einrichtungen, Geräte und Maschinen (darunter auch Roboter), eingebettete Systeme und vernetzte Gegenstände (Internet der Dinge).
Über 90% der Befragten sind überzeugt, dass Digitalisierung in Verbindung mit cyber-physischen Systemen hinsichtlich der Vorgehensweise der Realisierung in die Disziplin Produkt-/Systementwicklung fällt.

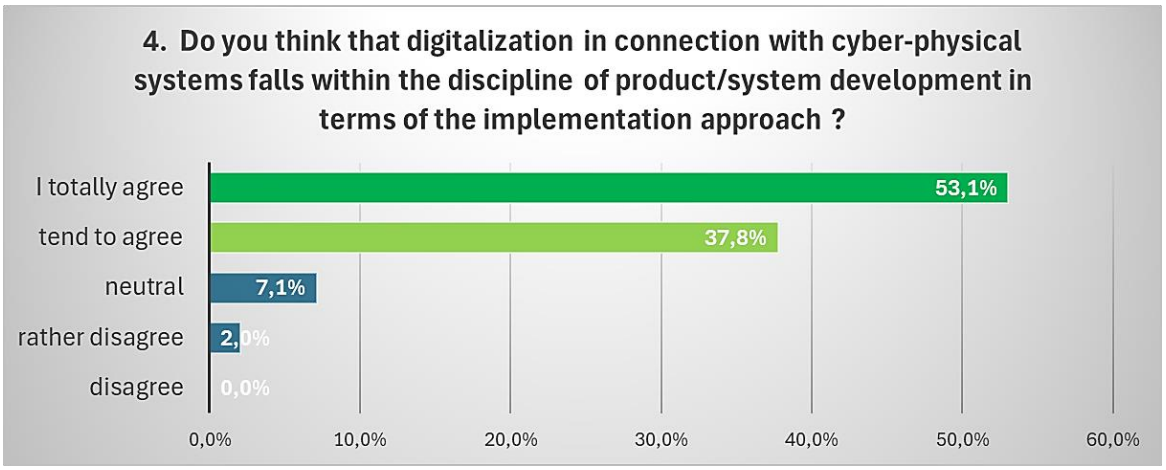


Abb. 6: Standpunkt zur Eingruppierung der Digitalisierung durch Befragte

3.2.5 Bekanntheitsgrad von „Systems of Systems“ bei Befragten

Da sich der Begriff „Systems of Systems“ erst langsam in der Gedankenwelt der Unternehmen ausbreitet, war es umso überraschender, dass doch 92,9 % der Befragten damit vertraut sind. Was der Tatsache geschuldet ist, dass die Zielgruppe Systems Engineers sind. Somit eine Bestätigung, dass die gewünschte Zielgruppe erreicht wurde.

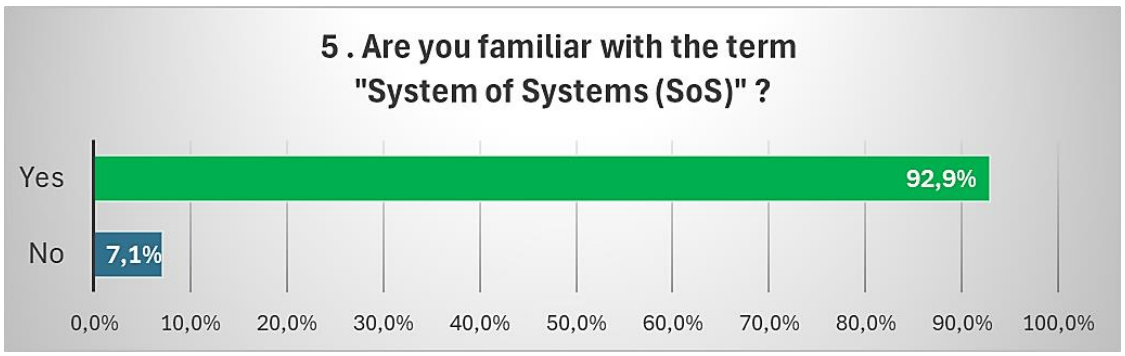


Abb. 7: Bekanntheitsgrad „System of Systems“ bei Befragten

3.2.6 Bewertung von Frameworks aus Sicht der Befragten

In der anschließenden Frage wurden die Teilnehmer gebeten, die in der Literaturrecherche und in Vorarbeiten identifizierten Frameworks hinsichtlich Bekanntheitsgrades und Empfehlung kombiniert zu bewerten. Damit ein einheitliches Verständnis vorliegt, wurde hier nochmals auf die Definition von Framework hingewiesen:

Ein **Framework** ist in diesem Kontext ein Leitfaden oder Hilfsmittel, das die Umsetzung von Aufgaben unterstützt. Synonym werden auch Entwurfsmuster, Rahmenbedingungen oder Ordnungsrahmen verwendet.

Zu den 8 ermittelten Frameworks wurde allgemeines Projektmanagement noch ergänzt. Die beste Empfehlung bekam das Framework „System Engineering / ISO 15288“. Weiterhin "bekannt und empfehlenswert" ist das Framework des Projektmanagements. Sehr interessant war die Aussage, dass das „Scaled Agile Framework (SAFe)“ von fast einem Fünftel der Befragten als „bekannt, aber nicht empfehlenswert“ eingestuft worden ist. Etwas erschreckend war die Erkenntnis, dass die beiden Frameworks aus der Gesundheitswirtschaft mit hohem Prozentwert als „absolut unbekannt“ eingestuft worden sind, obwohl viele Experten aus dieser Branche an der Studie teilnahmen.

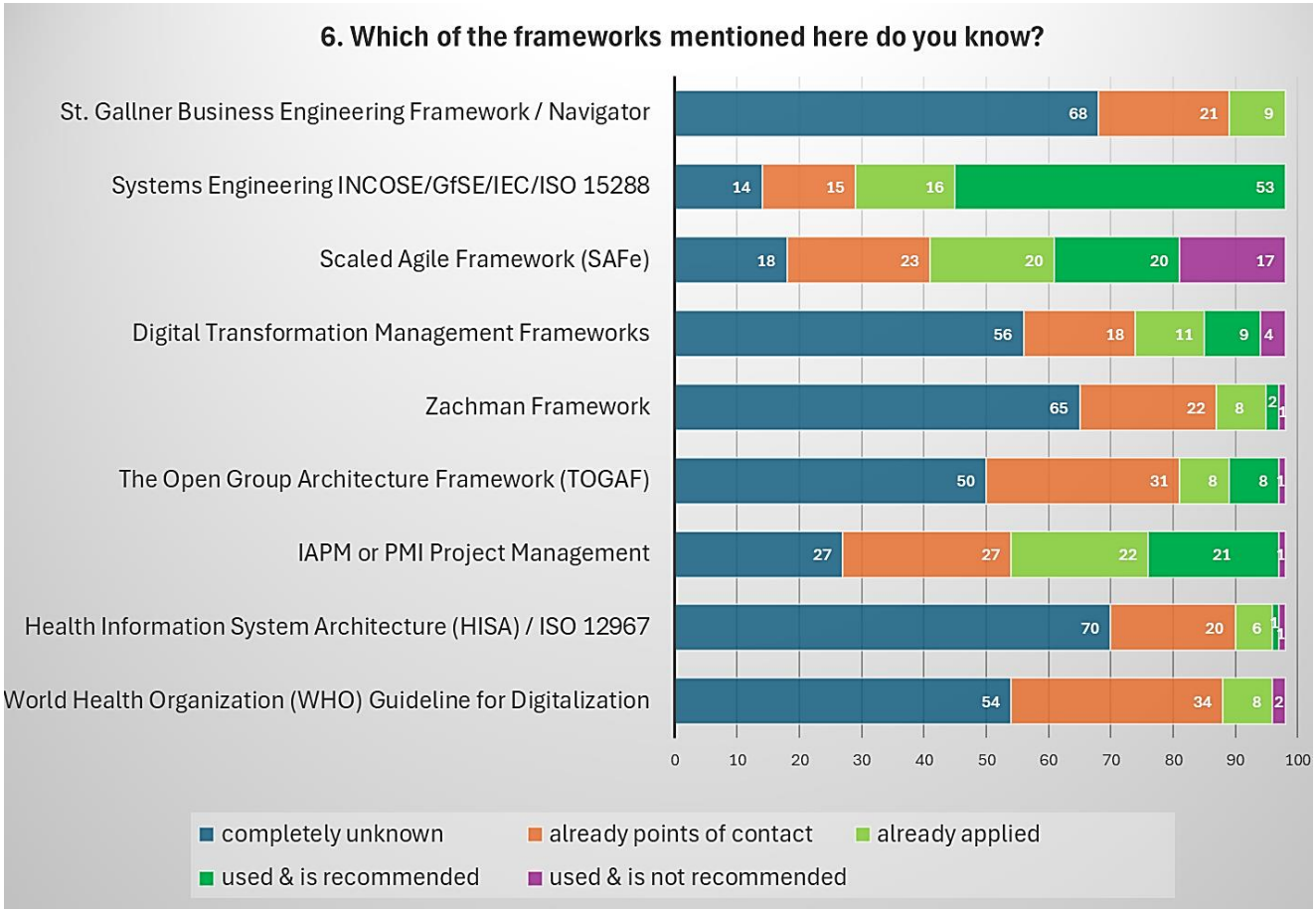


Abb. 8: Bewertung von Frameworks durch Befragte

3.2.7 Weitere Frameworks aus Sicht der Teilnehmer

Die hier verwertbaren neuen Erkenntnisse waren:

- AWS (Cloud Development Kit)
- UAF (Unified Architecture Framework) angewendet und zu empfehlen
- Universal Authentication Framework

Diese drei Anregungen wurden explizit für die Erstellung des Frameworks nochmals analysiert. Hieraus ergaben sich keine weiteren Vorteile.

3.2.8 Bewertung der Handlungsfelder aus Sicht der Teilnehmer

Zur großen Überraschung wurden alle in den Vorarbeiten erarbeiteten 36 Handlungsfelder/Dimensionen als „absolut notwendig“ oder „wichtig in diesem Kontext“ bewertet. Dass das Vertragsmanagement so deplatziert empfunden wird, ist ein Risiko in der Umsetzung dieser Projekte.



Abb. 9a: Bewertung von Handlungsfeldern – betriebswirtschaftliche Perspektive

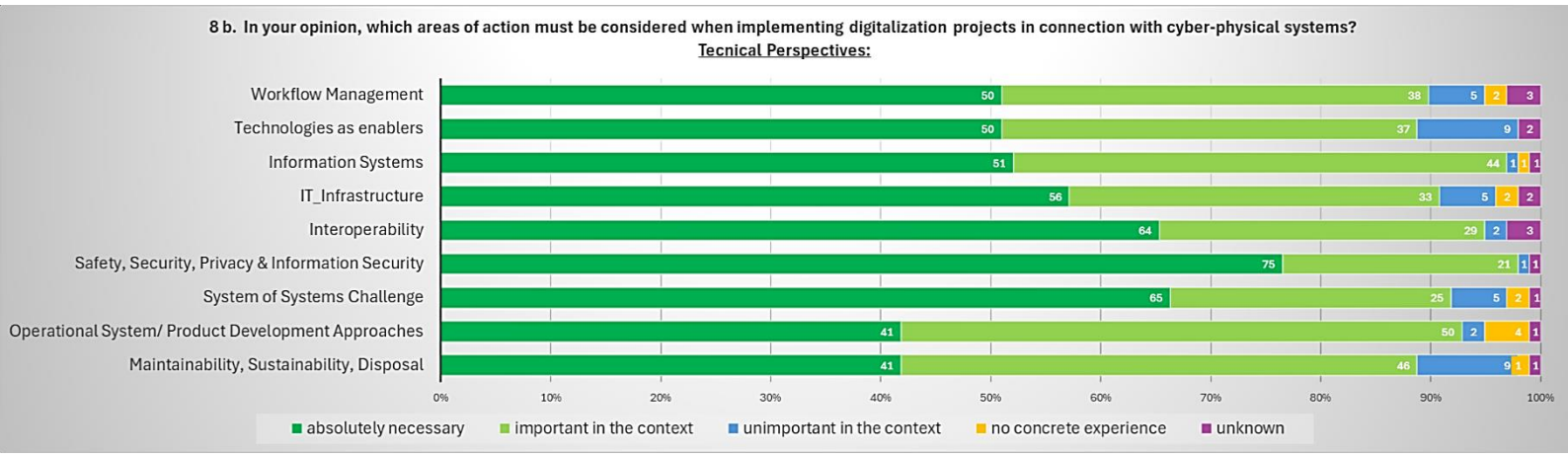


Abb. 9b: Bewertung von Handlungsfeldern – technische Perspektive

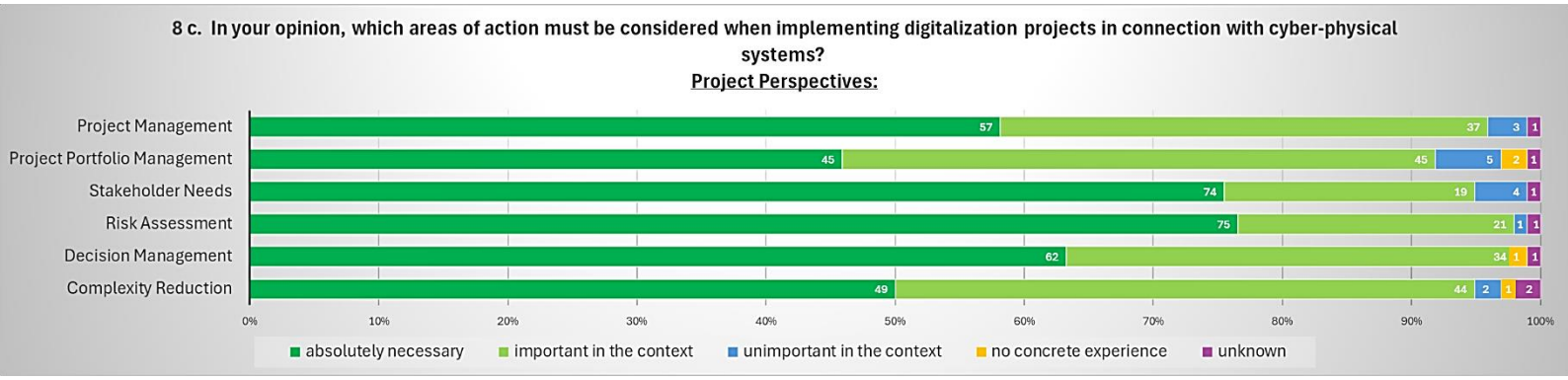


Abb. 9c: Bewertung von Handlungsfeldern – projektspezifische Perspektive

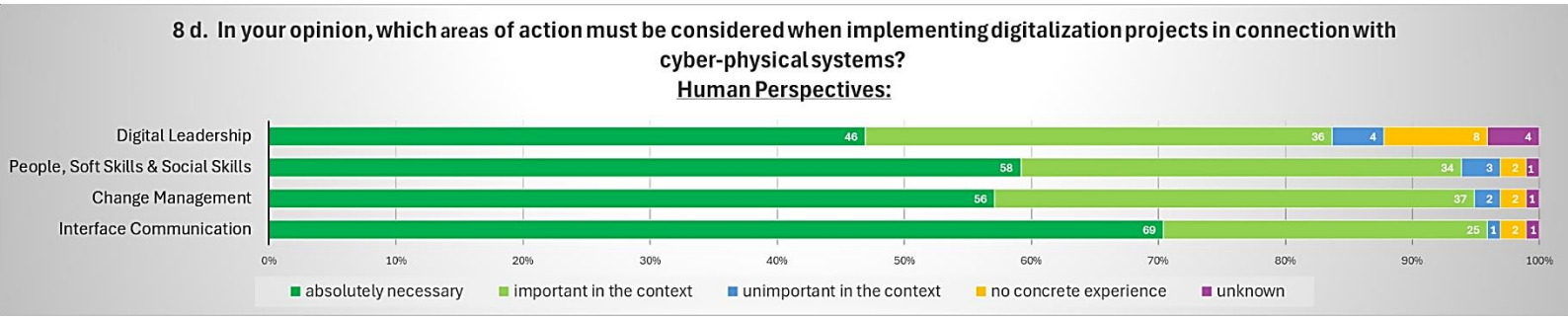


Abb. 9d: Bewertung von Handlungsfeldern – menschliche Perspektive

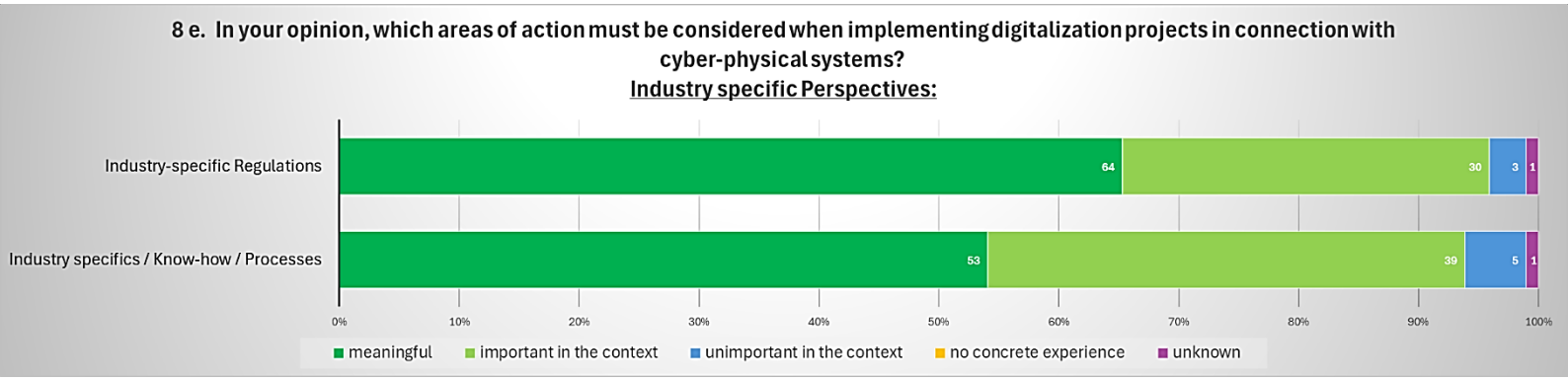


Abb. 9e: Bewertung von Handlungsfeldern – branchenspezifische Perspektive

3.2.9 Weitere Handlungsfelder aus Sicht der Teilnehmer

Weitere Erkenntnisse bzw. Bestätigungen konnten generiert werden durch die Frage, welche weiteren Handlungsfelder der Befragte als relevant erachtet, für eine reibungsfreie Umsetzung von Digitalisierungsprojekten mit cyber-physischen Systemen. Hierzu stand dem Teilnehmer das Freitextfeld zur Verfügung, mit folgenden Antworten:

- Fortbildung der Mitarbeiter, betriebliche Aus-/Weiterbildung
- Organisation und Rollen, Aufbauorganisation neu gestalten.
- Transformation in Schritten (kein Big Bang), wahrscheinlich am besten entlang der Wertschöpfungskette (value chain)
- Sollte das Ziel eine interne Transformation sein, wäre es anzuraten, weder ausschließlich intern noch extern zu arbeiten. Internes Know-how und das

Wissen über die eigene Organisation, gepaart mit der Unbefangenheit und ggf. nicht vorhandenen Skills via externer Beratung, würden einen enormen Mehrwert liefern.

- Verifikations- und Validierungsstrategien müssen klar und auf ein „System of Systems“ anwendbar sein. Stakeholder-Bedarfe müssen vollständig analysiert werden. Vorentwicklungen müssen im Vorfeld eines Großprojekts getrieben und abgeschlossen werden, sonst keine Effizienz.
- Engere, transdisziplinäre Zusammenarbeit einzelner Ingenieursdisziplinen (Abschaffung von Silos).
- Technischer Vorgehensplan, Technical Roadmapping
- Glossar
- Produktionsüberleitung, Skalierbarkeit nach Etablierung beim Kunden, im Markt; Updatestrategien (Remote etc.?). Wie könnte skaliert werden oder wird in der Architektur die Erweiterbarkeit berücksichtigt?
- Firmenkultur, Kultur der Herkunftsländer der Mitarbeiter.
- Der Mensch an sich, mit seinen Befindlichkeiten, seiner Abneigung gegen Veränderungen etc.; Kultur der Firma und des Landes/der Umgebung, in der sich das Unternehmen befindet
- Wenn nicht die ganze Wertstromkette definiert ist, ist keine reibungsfreie Umsetzung möglich

3.2.10 Präferenzen zu Modellierungssprachen seitens der Befragten

Auf die Frage, welcher Modellierungssprache die Befragten den Vorzug geben, im Kontext von Digitalisierungsprojekten mit cyber-physischen Systemen, lag der Favorit mit 78,6 % bei Systems Modeling Language, oft als SysML bekannt. Auch bei dieser Frage konnten die Teilnehmer bis zu 3 Präferenzen auswählen. An zweiter Stelle lag BPMN gefolgt von UML. Alle drei Favoriten gehören dem Konsortium „Object Management Group (OMG) an.

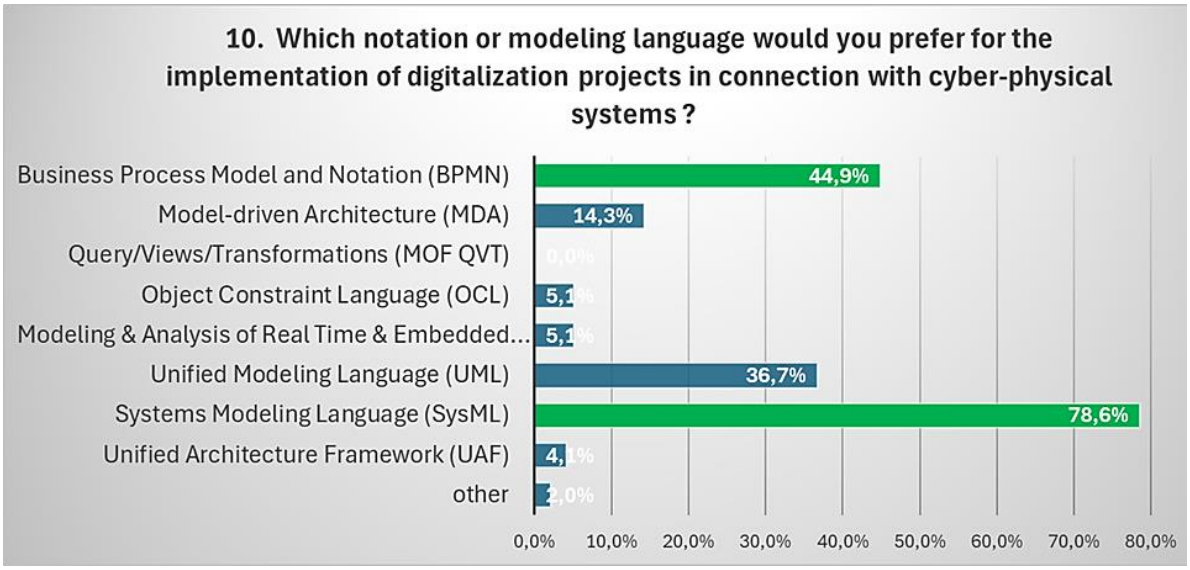


Abb. 10: Präferenzen zu Modellierungssprachen der Befragten

3.2.11 Bewertung „provokanter Aussagen“ zu agilen Methoden

Agile Methoden rufen sehr unterschiedliche Meinungen hervor. Im täglichen Arbeitsumfeld wird oft sehr kontrovers diskutiert, ob „agiles Arbeiten“ oder „nicht agiles Arbeiten“ zum Erfolg führt. Diesbezüglich wurden hier den Probanden einige provokante Aussagen aus der alltäglichen Praxis zur Bewertung vorgelegt. Die Frage lautete, welche der aufgelisteten Aussagen er im Hinblick auf die Umsetzung von Digitalisierung mit cyber-physischen Systemen befürworten würde. Die vorformulierten Aussagen spiegeln jeweils die Floskeln aus der täglichen Arbeitswelt der zwei unterschiedlichen Meinungs-Lager wider. Die Teilnehmer konnten von „totale Zustimmung“ bis „totale Ablehnung“ in verschiedenen Nuancen ihre Meinung abgeben.

Aussage 1: „Agile Methoden machen Projekte anpassungsfähiger als andere Projektmethoden"; wurde mit einem Anteil von 57,1 % befürwortet.

Aussage 2, „Agile Methoden sind ‚alter Wein in neuen Schläuchen": wurde 42,8 % zugestimmt, wobei ein Viertel der Befragten dies neutral betrachtet.

Aussage 3: „Agile Methoden fokussieren sich mehr auf Kundenbedürfnisse als andere Projektmanagementmethoden"; mit 41,9 % Zustimmung findet, aber mehr als ein Viertel der Befragten dies neutral betrachtet.

Aussage 4, „Agile Methoden erschweren die Zusammenarbeit von interdisziplinären Teams", diese Aussage lehnen 52 % der Befragten entschieden ab.

Aussage 5, „Agile Methoden ermöglichen Zeit- und Kostenersparnis", hier verhalten sich fast 40 % neutral und eine Tendenz geht in Richtung Befürwortung dieser Aussage.

Aussage 6: „Agile Methoden eignen sich besser für reine Softwareentwicklung als für cyberphysische Systeme", hier stimmt die Fachwelt mit 56,2 % zu.

Letztendlich drückt die Übersicht die Gemengelage der zwei Sichten aus. Was sehr interessant in der Auswertung ist, dass zu den zwei extremen Sichten „pro und kontra“, ebenfalls eine nicht unbeachtliche Menge an Experten existiert, die sich punktuell, abwechselnd dem einen oder anderen Standpunkt zuwendet.

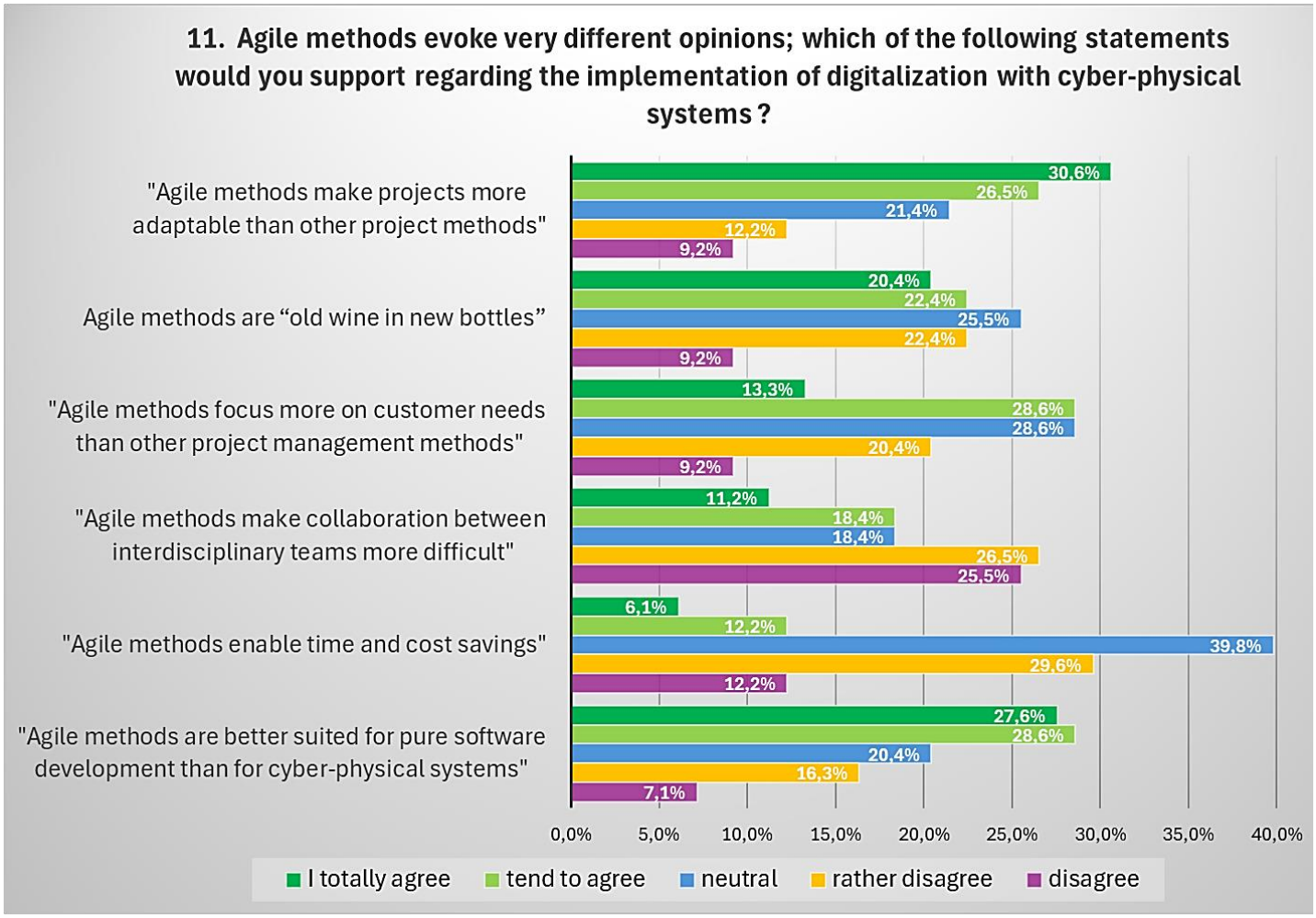


Abb. 11: Bewertung „provokanter Aussagen“ zu agilen Methoden

3.2.12 Meinungsabfrage zu „Agilen Methoden “

In einem weiteren Aufruf sollten die Teilnehmer der Befragung ihre persönliche Erfahrung und Meinung zur Nutzung von agilen Methoden in der Produktentwicklung mit cyber-physischen Systemen mitteilen. Diese Freitext-Antwort wurde von 59 Teilnehmern (60,2%) genutzt. Diese Aussagen sind oft nicht eindeutig zu interpretieren. Hier wurde der Versuch unternommen, die Aussagen zu clustern: in „pro agil“ mit 12 Aussagen (20,3%); 11 Aussagen

(18,6%) konnten eher neutral bewertet werden, 19 Aussagen (32,2%) sind so nach dem Motto „ja agil, aber …. einzuordnen und 17 Aussagen (28,8%) stehen dem agilen Ansatz eher negativ gegenüber. Natürlich ist die eine oder andere Eingruppierung einer Aussage verhandelbar, dennoch ist der Trend ersichtlich, dass ein großer Teil der Teilnehmer sich situativ für oder gegen die agilen Methoden entscheidet. Ganz klar war den Anmerkungen zu entnehmen, dass die Rahmenbedingungen sich in Unternehmen ändern sollten, wenn diese mit agilen Ansätzen arbeiten. Zudem ist erkennbar, dass in der Umsetzung von Digitalisierung in Verbindung mit cyber-physischen Systemen agile Ansätze nicht überzeugen.

Alle im Freitextfeld beigefügten Hinweise sind wertvolle Ergänzungen zur Erstellung eines Frameworks. Hieraus kann abgeleitet werden, was hinderlich für den Projekterfolg ist oder Versäumnisse, die es gilt zu meiden. Besonders hilfreich waren die Hinweise, dass Systems Engineering agile Arbeitsweisen ebenfalls unterstützt. Technisches Roadmapping soll angewendet werden. Letzteres war so bisher nicht in den Handlungsfeldern ersichtlich.

Cluster	**Text aus Antwort**
pro	- Agile Methoden eignen sich wesentlich besser zur Umsetzung - Agile Methoden ermöglichen es, schneller und effizienter ein Produkt zu entwickeln. Des Weiteren besteht die Möglichkeit, durch agile Methoden Fehlerquellen früher zu erkennen und diese rechtzeitig zu beseitigen - Mit agilen Methoden die Überprüfung von Fehlern - ISO 15288 kann genauso agil arbeiten - Guter Einsatz in der Softwareentwicklung. - Insbesondere bei der Entwicklung komplexer und interdisziplinärer Systeme eignet sich eine iterative Vorgehensweise. Schnelle Anpassungsfähigkeit, Ergebnisse, kurze Zyklen sind nur zwei von einigen Mehrwerten. - Die Anwendung von Systems Engineering in Organisationen beinhaltet agile Methoden. - Insbesondere bei der Entwicklung komplexer und interdisziplinärer Systeme eignet sich eine iterative Vorgehensweise. Schnelle Anpassungsfähigkeit, Ergebnisse, kurze Zyklen sind nur zwei von einigen Mehrwerten.

	- Positive Erfahrung in einem agilen Software-Scrum-Team, das Anforderungen zur Cybersicherheit umsetzte. - Langsame Einführung von agilen Methoden ist erfolgreicher, da die Kollegen sich besser darauf einstellen können - Für Systeme mit hohem Risiko (tech. oder Business) sorgen agile Arbeitsmethoden für mehr Effizienz und Resilienz. - Der Vorteil von Agil ist das schnellere Feedback.
neutral	- Agil wäre gut, wenn richtig angewendet - Für kurze Projekte (1-2 Jahren) funktionieren agile Methoden ganz gut. Für lange Projekte wie in der Raumfahrt eher weniger. - Der Kern des agilen Arbeitens sind kurze Iterationsschleifen und schnelles Feedback. Modularität in Kombination mit sinnvollen Iterationsschleifen ist elementar. - Kann funktionieren, ist aber mit großem Veränderungspotenzial verbunden. Heißt, das Mindset der Führungsetage muss stimmen. - Bei Vorträgen von Agilisten hat man das Gefühl, dass es keine anderen richtigen Umsetzungsmethoden existieren, stattdessen ist Systems Engineering älter und bewährter. - Agile Methoden an sich existieren ja nicht (Scrum bezeichnet sich selbst auch nicht als agil). Ein agiles Mindset bei den beteiligten Menschen, entsprechend dem Manifest von 2001, ist aber essenziell - keine - Eine generelle Aussage lässt sich hier nicht treffen. Wenn Software- und Hardwareentwicklung aufeinandertreffen und beide Disziplinen grundsätzlich unterschiedliche Entwicklungsphilosophien verfolgen, ist eine koordinierte Zusammenarbeit immer erschwert. Aber wie soll man Hardware "agil" entwickeln? Hier prallen eben Welten aufeinander. Grundsätzlich halte ich die Einbettung von agilen Softwareentwicklungsprozessen in ein Wasserfallmodell als globalen Systementwicklungsprozess für am sinnvollsten. - Bis jetzt keine Erfahrung - keine Erfahrung

	- Iterative und inkrementelle Arbeitsweise ist immer zu bevorzugen
Ja, aber…	- agil wäre ok, wenn Initiatoren dies auch beherrschen, würden - Agile Methoden sinnvoll für Software-Entwicklung. Bei zunehmender Komplexität eher hinderlich. - Auch Management muss agil arbeiten und planen. - Agile Methoden dürfen nicht nur aufgrund persönlicher Präferenzen angewendet werden - Agile Methodiken sind sinnvoll, sofern sie korrekt umgesetzt werden. Wird meiner Meinung nach häufig als Freifahrtschein für unstrukturierte Projekt- und Teamorganisation missbraucht. Zu oft Reduktion auf das Wort "agil" - Agile Methoden sind nur ein Teil von Agilität. Es benötigt vielmehr ein agiles Mindset, das weit über Methoden und Frameworks hinausgeht, um erfolgreich zu sein. Größtes Problem in meiner Erfahrung: Manager:innen, die nicht von ihrer Macht abgeben wollen, und unklare Befugnisse im Sinne von "Was darf das agile Team wirklich selbst entscheiden?". - Agile Methoden haben nur in der reinen Softwareentwicklung einen Sinn – sobald zusätzliche Komplexitäten (wie hier angedacht) hinzukommen, wird das rigide Denken in Sprints eher zum Hindernis als tatsächlich hilfreich. - Wenn eingesetzt, dann nicht konsequent vollumfänglich (weil der Mensch sein Mindset ändern muss), ähnlich wie bei digitalen Transformationen oder MBSE. - Als großer Befürworter des agilen Manifests bin ich heute nach 25 Jahren entsetzt, was momentan als agile Methoden vermarktet wird und nicht die wirklichen Beweggründe der damaligen Zeit widerspiegelt. Die sogenannten agilen Coaches besitzen oft keine technischen Kenntnisse, kennen keine Prozesse der Produktentwicklung, geschweige denn, dass sie jemals selbst etwas entwickelten. - Systems Engineering ist agil, wenn korrekt angewandt. Aber die Diskussionen und Teile von verschiedenen Praktiken (von beiden, agil und nicht-agil) erinnern an religiösen Eifer. In vielen,

	bis allen Projekten, ist mit Änderungen zu rechnen. Was davon von den verschiedenen Methoden angewandt wird, muss situativ geprüft werden. Und die Methoden sollen ohne Hemmungen angepasst werden. Z.B. braucht nicht immer täglich um 8 Uhr ein Stand-up-Meeting. Es kann auch hinreichend sein, jeden dritten Tag eine kurze Zusammenkunft am Mittag abzuhalten. Oder bei interdisziplinären Teams machen Story-Points keinen Sinn, wenn die Tätigkeiten durch die vorhandenen Kenntnisse und Fähigkeiten spezifischen Team-Mitgliedern zugewiesen werden. Und Retrospektiven sind auch in klassischen Projekten wertvoll und sollten nicht nur auf "Lessons learned" beschränkt werden. - Bin selbst Agile Coach und es herrscht zu blinder Framework-Glaube und man verliert das Ziel aus den Augen, um das es ursprünglich mal ging: gemeinsam besser leichtgewichtig entwickeln - Ohne Methoden Know-How kein Erfolg - Agil darf kein Selbstzweck sein; Kundenfokus ist wichtig, aber es braucht auch unbedingt eine Produktplattform, um wettbewerbsfähige Produkte zu entwickeln - Software- und Hardware-Entwicklung mit agilen Methoden ist problematisch zu koordinieren. Zu empfehlen sind sequenzielle Vorgehensweisen. - Agile Methoden benötigen das richtige Projektsetup und Personen, die die Methodik kennen und bereit sind, entsprechend dieser zu arbeiten. - In multidisziplinären Systementwicklungsprojekten sollten Iterationen klaren Workflow-Modellen folgen - Für agile Umsetzung von CPS sollten die agilen Rollen wie PO, Scrum Master, Coach ebenfalls mit Systems Engineering Know-how ausgebildet sein - Unter Agilität und agilen Methoden, bestehen sehr unterschiedliche Methoden, und Unternehmen schaffen es nicht, dies einheitlich für sich zu definieren.

	- Ob agile Methoden bei der Entwicklung von CPS sinnvoll sind, ist fraglich, weil diese nur zum Einsatz kommen sollten, wenn Kundenwünsche nicht klar definiert sind.
contra	- Agile Methoden und Systems Engineering laufen leider parallel, als ob diese nicht dasselbe Ziel hätten. - Bei uns werden agile Methoden ohnehin nur teilweise angewendet (Stichwort "Sprints"). Der Rest von dem agilen Kram ist für mich reine Zeitverschwendung, da wir bei absehbar komplexen Systemen die Bedarfe sehr genau analysieren sollten und damit die Kundenwünsche verstanden sein sollten, bevor eine Entwicklung startet. Agil ist für mich nur stark, wenn der Kunde nicht so genau weiß, was er überhaupt will. - Agile Coaches sind oft branchenfremd und verstehen nicht, einen gesamten Wertstrom abzubilden und zu durchlaufen. - Abhängigkeiten zwischen vielen Teams und verschiedenen Produkten sind schwierig zu koordinieren - Nicht sehr berauschend - Für mich ist es oft nur Befüllen und Schieben von Tickets. Der Bezug zum eigentlichen Need geht oft verloren - Wenn nicht richtig angewendet, dann nur Ticket schieben - Durchwachsen - Agile Methoden sind kein Wundermittel. Es wird hier etwas vorgegaukelt, was nicht der Fall ist. Nur, falls man einer Methode folgt, stellt sich der Erfolg ein. Dem ist mitnichten so. Es kann auch für verschiedene Projekte sogar zum Risiko werden. Fakt ist, Prozesse müssen immer für das jeweilige Projekt in jeglicher Hinsicht angepasst werden. - Agile Methoden im regulierten Umfeld (Medizintechnik) gestalten sich sehr schwierig: - 1. Häufig existiert eine Diskrepanz zwischen Managementmethoden auf hoher Ebene und operativem Level (oben "nicht agil" unten "agil"). Der Wunsch, eine konkrete Vorstellung über Entwicklungskosten/-zeit für ein vollumfängliches Produkt zu haben, beißt sich mit dem

	iterativen/evolutionären Ansatz der agilen Entwicklung – gültig auch für nicht reguliertes Umfeld. 2. Zulassungsprozesse im regulierten Umfeld stellen aufgrund des Aufwands und Zeitbedarfs eine starke Einschränkung für den iterativen/evolutionären Ansatz der agilen Entwicklung dar (kurze Release-Zyklen nur schwer realisierbar). 3. Schlecht implementierte, agile Entwicklungsmethoden können schnell viel Overhead erzeugen. - zu wenige Arbeits-Status auf dem Board. nur Arbeit anstehend– in Arbeit und „done“ sind nicht angemessen für komplexe Systeme. - Es wird oft nicht vollständig umgesetzt oder es werden nur die neuen Tools für die alte Verfolgung der LOP (Liste der offenen Punkte) - Agile Methoden sind Marketing und verhelfen nicht wirklich zum Projekterfolg - viel Raum für Fehler - Mir fehlt in vielen agilen Arbeitsweisen die Betrachtung der Flusseffizienz - Die potenziellen Vorteile agiler Vorgehensweisen werden vielfach durch die nicht konsequente und nicht regelgerechte Umsetzung sowie die fehlende Disziplin dabei ins Gegenteil verkehrt. Agile Vorgehensweisen sind nur dann erfolgreich, wenn jeder im Team jede anstehende Aufgabe gut durchführen kann. Das ist fast nie gegeben

Tab. 12: Cluster von Freitextantworten zu agilen Methoden

4. Fazit der Untersuchung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass trotz der zahlreichen Anfragen zur Teilnahme an der Umfrage nur eine mäßige Beteiligung erreicht wurde. Positiv zu werten ist, dass die richtige Zielgruppe erreicht wurde. Dabei handelte es sich um Experten mit langjähriger Berufserfahrung im relevanten Segment der Gesundheitsbranche oder anderen Sektoren des regulierten Marktes. Daher können die Umfrageergebnisse als weiterer Baustein für das zu erstellende Framework genutzt werden. Die Aussage, dass die Digitalisierung im

Zusammenhang mit cyber-physischen Systemen hinsichtlich des Implementierungsansatzes in die Disziplin der Produkt-/Systementwicklung fällt, stieß auf breite Zustimmung. Erfreulich ist, dass der Bekanntheitsgrad des Begriffs „System of Systems“ durchsetzt. Das Systems-Engineering-Framework kristallisierte sich als Favorit zur Unterstützung von Digitalisierungsprojekten im Zusammenhang mit cyber-physischen Systemen heraus und bestätigt die aus Chapter II gewonnene Erkenntnis. Die festgestellten 36 Geschäftsbereiche bzw. Dimensionen werden als notwendig für die erfolgreiche Umsetzung der Digitalisierung cyberphysischer Systeme erachtet. Die Präferenz für die bei der Implementierung zu verwendende Modellierungssprache ist die Systems Modelling Language (SysML). Die Diskussionen über den Einsatz und den Mehrwert agiler Methoden bei der Umsetzung der Digitalisierung konnten auch hier in der Umfrage nicht eindeutig beantwortet werden. Die Tendenz, agile Arbeitsweisen zu nutzen, ist vorhanden, weniger vorhanden ist die Akzeptanz agiler Frameworks.

Die weitere Forschungsphase 5 „Nutzung der Ergebnisse“ wird in Chapter IV der Dissertation behandelt, in dem das eigentliche Framework entwickelt wird. Das Framework trägt den Namen: „integrative, interdisciplinary, iterative & holistic „Digitalisation Engineering Framework“, abgeleitet durch folgende Eigenschaften:

- ***Integrativ*** im Sinne von: „Disziplinen mit unterschiedlichen Hintergründen und Zielen zusammenführen, verbindendeinbeziehen und vorausdenkend
- ***Interdisziplinär*** im Sinne von: „fachübergreifend“
- ***Iterativ*** im Sinne von: „sich dem Ziel Schritt für Schritt nähern“
- ***Ganzheitlich*** im Sinne von: „möglichst umfassende Betrachtung des gesamten Themas unter Berücksichtigung individueller Merkmale, ihrer Wechselbeziehungen und Abhängigkeiten“
- ***Digitalisierung*** mit dem Ziel der „Automatisierung“
- ***Engineering*** leitet sich vom lateinischen „gignere“ oder „ingenium“ ab und bedeutet „hervorbringen“ oder „Erfindung, Einfallsreichtum“.
- ***Framework*** als strukturierte Grundlage durch vorgegebene Regeln und Architekturmuster die als Schablone dienen.

Die Entwicklung und Darstellung des eigentlichen Frameworks ist nicht Teil dieser Studienarbeit.

Angaben zur Dissertation

- Anzahl der Seiten: 268
- Anzahl der Tabellen: 24
- Anzahl der Zeichnungen/Abbildungen: 33
- Anzahl der Anhänge: 6 und separate PDF-Datei
- Anzahl der Referenzen: 168
- Anzahl der Veröffentlichungen des Autors zum Thema der Dissertation: 3

Da diese Studienarbeit eine komprimierte Form der Erkenntnisse ist, hier anbei die vollumfängliche genutzte Literatur.

Literatur

1. Allweyer T. (2005): *Geschäftsprozessmanagement*. Bochum: W3L- Verlag Herdecke
2. Atteslander P. (2003): Methoden der empirischen Sozialforschung . Berlin, de Gruyter Verlag
3. Bach N., Brehm C., Buchholz W., Petry T. (2017): *Organisation - Gestaltung wertschöpfungsorientierter Architekturen, Prozesse und Strukturen.* Wiesbaden: Springer Gabler Verlag
4. Baumöl U., Österle H., Winter R. (2003): *Business Engineering, Auf dem Weg zum Unternehmen des Informationszeitalters.* Berlin: Springer Verlag.
5. Barth T. (2017): *Technik / Technologie*. Available at: http://dx.doi.org/10.17169/FUDOCS_document_000000027422 (Accessed: 26.07.2023).
6. Bartscher (2018): *Fachkompetenz*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/fachkompetenz-35751 (Accessed: 15.01.2025)
7. Bartscher (2018): *Methodenkompetenz*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/methodenkompetenz-39776 (Accessed: 15.01.2025)
8. Bartscher (2018): *Handlungskompetenz*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/handlungskompetenz-32164 (Accessed: 15.01.2025)
9. Bendel O. (2019): *Was ist Agilität*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/agilitaet-99882/version-368852 (Accessed: 26.12.2043).
10. Bendel O. (2021*): Disruptive Technologien.* Available at: http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/disruptive-technologien.html (Accessed: 26.07.2023).
11. Bendel O. (2021): *Cyberphysische Systeme* Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/cyberphysische-systeme-54077 (Accessed: 11.12.2024).
12. Bendel O. (2022): *Mensch-Maschine-Interaktion*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/mensch-maschine-interaktion-54079/version-385418 Revision von *Mensch-Maschine-Interaktion* (Accessed: 15.08.2023)
13. Berndt S., Thiessen T. (2017): *Digitalisierung im deutschen Mittelstand*: Was sagt die Forschung? Berlin: BSP Business School (Hrsg.). Available at: https://kommunikation-mittelstand.digital/content/uploads/2017/06/Studie-Metaanalyse-Digitalisierung-Mittelstand.pdf (Accessed: 22.05.2023).

14. Bitkom e.V. (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien) (2023): *Digitalisierung der Wirtschaft.* Available at: https://www.bitkom.org/sites/main/files/2023-06/230622Bitkom-ChartsDigitaliserung-der-Wirtschaftfinal.pdf (Accessed: 18.12.2024)
15. Block S. (2023): *Large-Scale Agile Frameworks - Agile Frameworks, agile Infrastruktur und pragmatische Lösungen zur digitalen Transformation.* Berlin Springer Vieweg Verlag
16. Boston Consulting Group BCG (2016): *Transformation*. Available at: https://media-publications.bcg.com/transformation-ebook/BCG-Transformation-Nov-2016.pdf (Accessed: 10.08.2023).
17. Bumann J, Peter M. K. (2019): *Action Fields of Digital Transformation - A Review and Comparative Analysis of Digital Transformation maturity Models and Frameworks*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/337167323_Action_Fields_of_Digital_Transformation_-_A_Review_and_Comparative_Analysis_of_Digital_Transformation_Maturity_Models_and_Frameworks (Accessed: 28.12.2024).
18. Büchner S, Marschollek M., Foadi N.: „*Komplexitätssteigerung medizinischer Entscheidungssituationen – Herausforderungen der Digitalisierung erkennen und gestalten*“ Available at: https://www.repo.uni-hannover.de/bitstream/handle/123456789/13143/Komplexit%C3%A4tssteigerung_medizinischer_Entscheidungssituationen.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Accessed: 15.08.2023).
19. Bundesärztekammer (2023): *Telematikinfrastruktur und ihre Anwendungen*. Available at: https://www.bundesaerztekammer.de/themen/aerzte/digitalisierung/digitale-anwendungen/telematikinfrastruktur (Accessed: 03.06.2023).
20. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2024a): *Abgrenzung und Klassifizierung. Available at:* (https://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Aufgaben/Abgrenzung-und-Klassifizierung/_node.html (Accessed:30.07.2024).
21. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2024b): b Digitale G*esundheitsanwendungen.* Available at: https://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Aufgaben/DiGA-und-DiPA/DiGA/_node.htmlgitale Gesundheitsanwendungen (DiGA). (Accessed:13.04.2024).
22. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2024): c *Leitfaden -Das Fast-Track-Verfahren für digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA)* Available at: https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Medizinprodukte/diga_leitfaden.html?nn=597198 (Accessed:13.04.2024).
23. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2020): *Elsa-forschung-zur-digitalisierung-in-der-medizin*. Available at: https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/elsa-forschung-zur-digitalisierung-in-der-medizin-11493.php (Accessed: 18.07.2023)
24. Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (2023b): *Digitalisierung im Gesundheitswesen*. Available at: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/digitalisierung/digitalisierung-im-gesundheitswesen.html (Accessed: 30.07.2022).
25. Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (2024): *Gesundheitswirtschaft.* Available at: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/gesundheitswesen/gesundheitswirtschaft/bedeutung-der-gesundheitswirtschaft.html (Accessed: 11.03.2025)
26. Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (2024a): *Gesundheitswirtschaft im Überblick.* Available at: Bundesgesundheitsministerium (Accessed: 04.07.2024).
27. Bundesministerium für Gesundheit (BMG) (2024b) *Gesundheitswirtschaft im Überblick*. Available at: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/gesundheitswesen/gesundheitswirtschaft/gesundheitswirtschaft-im-ueberblick.html (Accessed: 04.07.2024).
28. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2024a): *Kernergebnisse des Digitalisierungsindex 2024*, Available at: https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Digitalisierungsindex/digitalisierungsindex.html (Accessed: 31.12.2024).
29. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2024b): *Gesundheitswirtschaft.* Available at: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Wirtschaft/branchenfokus-gesundheitswirtschaft.html (Accessed: 10.10.2024).

30. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2024c): *Digitalisierung.* Available at: https://www.de.digital/DIGITAL/Navigation/DE/Lagebild/Was-ist-Digitalisierung/was-ist-digitalisierung.html (Accessed: 10.12.2024).
31. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) (2024): *Gesundheitswirtschaft Fakten & Zahlen 2022.* Available at: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/gesundheitswirtschaft-fakten-zahlen-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Accessed: 04.07.2024).
32. Bundesverband der deutschen Wirtschaft (BDI) (2016): *Studie Innovations-Check in der Gesetzesfolgenabschätzung*. Available at: https://bdi.eu/media/user_upload/20160711_Studie_Innovations-Check-in-der_Gesetzesfolgenabschaetzung.pdf (Accessed:15.08.2023)
33. Buxmann P., Zilmann M. (2016*): Digitalisieren Sie schon?* Available at: https://docplayer.org/18511574-Digitalisieren-sie-schon.html (Accessed: 26.05.2023).
34. Channelpartner (2000): *Informationstechnik oder Informationstechnologie*. Available at: https://www.channelpartner.de/a/informationstechnik-oder-informationstechnologie,618654 partner.de (Accessed: 26.07.2023).
35. Choueiri P., Hosseini M., Kaltenbach T., Kleipass U., Neumann K, Rong 0. (2020): *Future of health 2*. München: Roland Berger Verlag, Available at: https://e-health-com.de/fileadmin/user_upload/dateien/Downloads/Roland_Berger_Future_of_health_2_-_The_rise_of_healthcare_platforms.pdf (Accessed: 26.07.2023).
36. Corsten H., Corsten M. (2019): *Betriebswirtschaftslehre.* München: Franz Vahlen Verlag.
37. Deutsche Gesellschaft für Gesundheitsökonomie e. V. (dggö) (2023): *Definition Gesundheitsökonomie*. Available at: https://www.aok-bv.de/lexikon/g/index_02041.html (Accessed am 18.07.2023).
38. Deutsches Institut für Normung e. V (DIN) (2023): *DIN 69901*. Available at: https://www.din.de/de/meta/suche/62730!search?query=69901 (Accessed: 18.07.2023)
39. Digital McKinsey (2018): *Digitalisierung im Gesundheitswesen: die Chancen für Deutschland.* Available at: https://www.mckinsey.de/news/presse/2022-05-24-42-mrd-euro-chance (Accessed:30.07.2023).
40. Dokumentations- und Informationssystem für Parlamentsmaterialien (DIP) (2023*): Gesetz für sichere digitale Kommunikation und Anwendungen im Gesundheitswesen (bundestag.de)*. Available at: https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl115s2408.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl115s2408.pdf%27%5D__1692173524852 (Accessed: 26.07.2023).
41. Drossel W-G., Ihlenfeldt S., · Langer T., Dumitrescu R. (2018): *„Cyberphysische Systeme*" in Neugebauer R. (Hrsg.): *Digitalisierung -Schlüsseltechnologien für Wirtschaft und Gesellschaft.* Deutschland: Springer Vieweg, S. 197 -218
42. Duden (2023): *Gesundheitswesen*. Available at: https://www.duden.de/rechtschreibung/Gesundheitswesen (Accessed: 26.07.2023).
43. Dugas M., 2017: *Medizininformatik*. Berlin: Springer Vieweg Verlag.
44. Dugas M. (2017): *Medizininformatik Ein Kompendium für Studium und Praxis*. Berlin: Springer Vieweg Verlag.)
45. Gesellschaft für System Engineering (GfSE) (2017): *INCOSE Systems Engineering Handbuch*. Bremen: Eigenverlag GfSE e. V.
46. EAM Initiative (2024): *Grundlagen des Zachman Frameworks*. Available at: https://eam-initiative.org/pages/kmjcfa5nejo4/Zachman-Framework. (Accessed: 26.07.2023).
47. Eiff, W. von und Eiff, M. C. von (2017): *„Perspektiven des IT-Managements im Gesundheitswesen".* in S. Müller-Mielitz und T. Lux (Hrsg.): *E-Health-Ökonomie*. Wiesbaden: Springer, S. 71-95
48. Eiff, W. von und Eiff, M. C. von (2017): „*Perspektiven des IT-Managements im Gesundheitswesen"* in S. Müller-Mielitz und T. Lux (Hrsg.): *E-Health-Ökonomie*. Wiesbaden: Springer, S. 71-95
49. Fabrizio Massimo Ferrara (1998): „*Health informatics — Service architecture (HISA)"* International Journal of Medical Informatics 48(1–3) S. 173-182 Available at: https://doi.org/10.1016/S1386-5056(97)00123-8t (Accessed: 26.07.2023).
50. Feess E. (2018): *Komplexität.* Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/komplexitaet-39259/version-262672 (Accessed_15.08.2024)
51. Fichter K. (2015): *Grundlagen des Innovationsmanagement*. Available at: http://www.innovationsmanagement.uni-oldenburg.de/download/leseproben/p01_Kap1.pdf (Accessed: 26.07.2024).
52. Forth P., Reichert T., de Laubier R. Chakraborty S. (2020): *Flipping the Odds of Digital Transformation Success*. Available at:

https://www.bcg.com/publications/2020/increasing-odds-of-success-in-digital-transformation. (Accessed: 18.12.2024).
53. Gabriel R., Weber P., Lux T. (2020): *Basiswissen Wirtschaftsinformatik.* Wiesbaden: Springer Vieweg.
54. Gadatsch A. (2023): *Grundkurs Geschäftsprozess-Management*. 10. Auflage. Wiesbaden: Springer Verlag
55. Gaubinger (2021): *Hybrides Innovationsmanagement für den Mittelstand in einer VUCA-Welt*. Berlin: Springer Gabler Verlag.
56. Gehring H., Gabriel R. (2022): *Wirtschaftsinformatik.* Berlin: Springer Verlag.
57. Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte (gematik) (2023): *Digital Health und Interoperabilität in Deutschland* Available at: https://www.ina.gematik.de/themenbereiche/digital-health-und-interoperabilitaet-in-deutschland (Accessed:28.07.2023).
58. Goldschmidt AJW (2002): "*Leading the Global Game – M&A between Competitiveness and Conflicts*" as guest speaker in Round Table: *health economy and logistics*. Available at: https://de.wikipedia.org/wiki/Gesundheitswirtschaft (Accessed: 26.07.2023).
59. Goldschmidt AJW, Hilbert J (2009): „*Gesundheitswirtschaft in Deutschland"* in Band 1 der Schriftenreihe: *Gesundheitswirtschaft und Management*. Stuttgart: Thieme Verlag. Available at: https://www.researchgate.net/publication/263464848_Gesundheitswirtschaft_in_Deutschland_Die_Zukunftsbranche (Accessed: 26.07.2023).
60. Hanschke I. (2016): *Enterprise Architecture Management - einfach und effektiv.* München: Carl Hanser Verlag.
61. Haring R. (2019): *Gesundheit digital; Perspektiven zur Digitalisierung*. Berlin: Springer Verlag
62. Haring R. (2019): *Gesundheit digital* Wiesbaden: Springer-Verlag.
63. Haun M. (2014): *Cognitve Computing*. Berlin: Springer Verlag.
64. Heinemann S., Matusiewicz D. (2020): *Digitalisierung und Ethik in Medizin und Gesundheitswesen.* Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft
65. Heinz-Nixdorf-Museum (2023a): *Zuse extra: Der Computererfinder und seine Ideen*. Available at: https://www.hnf.de/ausstellungen/rueckblick/showroom/zuse-extra-der-computererfinder-und-seine-ideen.html (Accessed: 27.07.2023).
66. Heinz-Nixdorf–Museum (2023b): *ENIAC – Der erste Röhrenrechner im Massstab 1.1.* Available at: https://www.hnf.de/dauerausstellung/ausstellungsbereiche/die-erfindung-des-computers/eniac-der-erste-roehrenrechner-im-massstab-11.html?tx_cookies_main%5Baction%5D=submit&cHash=c43cac3829cf985defec390155f9b3e9 (Accessed: 26.07.2023).
67. Hess T. (2022): *Digitale Transformation strategisch steuern - Vom Zufallstreffer zum systematischen Vorgehen.* Wiesbaden: Springer Fachmedien.
68. Hofmann Alexa (2016): *Betriebsökonomie ein Überblick*. Available at; https://derwirtschaftsinformatiker.de/2016/10/04/betriebswirtschaftslehre/was-ist-betriebsoekonomie-ein-ueberblick/ (Accessed: 18.07.2023)
69. Hübscher H., Petersen H.-J., Rathgeber C., Richter K. (2009): *IT-Systemkaufmann/ frau; Informatikkaufmann/-frau.* 6.Auflage, Braunschweig: Westermann Verlag.
70. Hug, Theo (2001): *Erhebung und Auswertung empirischer Daten*: Eine Skizze für AnfängerInnen und leicht Fortgeschrittene. In: Hug, Theo (Hrsg.): Wie kommt Wissenschaft zu Wissen? Band 2: Einführung in die Forschungsmethodik und Forschungspraxis. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag Hohengehren, S. 11–29.
71. Hug T., Poscheschnik G. (2020): *Empirisch forschen - Die Planung und Umsetzung von Projekten im Studium*, München, UVK Verlag.
72. IEC (International Electrotechnical Commission) (2010): *IEC 61508-1:2010; Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Part 1: General requirements (see Functional Safety and IEC 61508)* Available at https://www.vde-verlag.de/iec-normen/217177/iec-61508-1-2010.html (Accessed: 03.01.2025)
73. Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (IWD) (2024): *In Deutschland herrscht digitaler Stillstand*, Available at; https://www.iwd.de/artikel/in-deutschland-herrscht-digitaler-stillstand-607761/ (Accessed: 29.11.2024)
74. Internationales Institut für Management-Entwicklung (IMD) (2024): *Ranking der digitalen Wettbewerbsfähigkeit*. Available at: https://worldcompetitiveness.imd.org/countryprofile/DE/digital?internal=true, (Accessed:29.11.2024).
75. Internationales Instituts für Management-Entwicklung (IMD) (2024): *Incorporating-ai-technology-from-the-top-down-will-build-digital-nationhood*. Available at:

https://www.imd.org/news/competitiveness/incorporating-ai-technology-from-the-top-down-will-build-digital-nationhood-in-2024-says-new-imd-report, (Accessed:29.11.2024).
76. International Organization for Standardization ISO (2023): *ISO 12967-2:2020 Health informatics — Service architecture (HISA)* Available at: https://www.iso.org/standard/71038.html (Accessed: 26.07.2023).
77. Johner C. (2023): *Interoperabilität.* Available at: https://www.johner-institut.de/blog/tag/interoperabilitat/ (Accessed:13.04.2023).
78. Johner C, Hölzer-Klüpfel M., Wittorf S. (2021): *Basiswissen medizinische Software*. 3.te Auflage. Heidelberg, d-punkt Verlag.
79. Jorzig A., Sarangi F. (2020): *Digitalisierung im Gesundheitswesen.* Deutschland: Springer Verlag.
80. Kaiser M. J., Fränken J. (2019): „*Präferenzanalytische Untersuchung von Chancen durch Digitalisierung für eine patientengesteuerte Gesundheitsversorgung mittels elektronischer Patientenakte"* in Pfannstiel M., Da-Cruz P., Mehlich H. (Hrsg.) *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen VI*. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, S. 117 – 137
81. Kanning U. P. (2008):"*Soziale Kompetenzen*" in Schlüsselkompetenzen: Qualifikationen für Studium und Beruf; Nünning V. (Hsrg) Stuttgart,Weimar: J.B. Metzler Verlag S 263 – 274
82. Kanning U. P. (2002): *„Soziale Kompetenz. Definition, Strukturen und Prozesse*". In: Zeitschrift für Psychologie 210/4, 154-163. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Uwe-Kanning/publication/247399048_Soziale_Kompetenz_Definition_Strukturen_undProzesse/links/626bc89cdc014b4379723e49/Soziale-Kompetenz-Definition-Strukturen-undProzesse.pdf (Accessed:15.08.2024)
83. Karbal (2023): *Was ist Mobil Cloud Computing.* Available at: https://www.geeksforgeeks.org/what-is-mobile-cloud-computing (Accessed: 03.06.2023).
84. Kind S., Ferdinand J.-P., Jetzke T., Richter S., Weide S., (2019): „Virtual und Augmented Reality - Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen", Arbeitsbericht Nr. 180, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Available at: https://www.wandel-ostthueringen.de/wp-content/uploads/2020/10/VR-AR-Status-Quo.pdf (Accessed: 27.06.2023).
85. Klein B., Graf B., Schlömer I., Roßber H., Röhricht K., (2018): *Robotik in der Gesundheitswirtschaft*. Heidelberg: medhochzwei Verlag.
86. Kotter John (2011): *Leading Change: Wie Sie Ihr Unternehmen in acht Schritten erfolgreich verändern*. München, Vahlen Verlag
87. Kotter John (2012): Leading-Change, Harvard Business Review Press
88. Kotusev S. (2016): *A history of EA frameworks*. Available at: https://www.bcs.org/articles-opinion-and-research/enterprise-architecture-frameworks-the-fad-of-the-century/works: The Fad of the Century | BCS (Accessed: 26.07.2023).
89. Kollmann T. (2022): *Digital Leadership*. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag
90. Kurtz.CF, Snowden DJ (2003): *Die neue Dynamik der Strategie: Sinnfindung in einer komplexen und komplizierten Welt*, in IBM Systems Journal , Bd. 42, Nr. 3, S. 462–483, 2003, doi: 10.1147/sj.423.0462.
91. Langmann C., Turi D. (2021): *Robotic Process Automation (RPA) – Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen*. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
92. Lauterbach M., Hörner K. (2019): „*Erfolgsfaktoren in der Digitalisierung der Gesundheitsversorgung"* in Robin Haring (Hrsg.): *Gesundheit digital,* Deutschland Springer Verlag, S. 123-140
93. LeSS - Large-Scale Srum (2024): *Introduction to LeSS*. Available at: https://less.works/less/framework/introduction?preferred_lang=de, (Accessed: 26.12.2024).
94. Lies J. (2018): *Soft Skill,.* Available at https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/soft-skills-53994 (Accessed: 26.12.2024)
95. Luber S. (2022): *Rahmenwerk für Softwareentwicklung und Programmierung.* Available at: https://www.cloudcomputing-insider.de/was-ist-ein-framework-a-1104630/ (Accessed: 26.07.2023).
96. Lutz J., Heinzl A., Riedl R. (2011): *Wirtschaftsinformatik*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.
97. Lux T. (2017): *E-Health Ökonomie* in Müller-Mielitz S., Lux T. (Hrsg.), Wiesbaden: Springer Fachmedien
98. Madauss B. (1994): *Projektmanagement. Ein Handbuch für Industriebetriebe, Unternehmensberater und Behörden.* Stuttgart: C. E. Poeschel Verlag

99. Masak D. (2006): *IT-Alignment*. Berlin: Springer-Verlag
100. Matthes D. (2011): *Enterprise Architecture Frameworks Kompendium*. Heidelberg: Springer Xpert.press.
101. Matusiewicz D., Pittelkau C.,,Elmer A. (2017): *Die Digitale Transformation im Gesundheitswesen*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
102. Matusiewicz D., Puhalac V., Werner J. A. (2020): „Avatare im Gesundheitswesen“, Wiesbaden: Springer Fachmedien.
103. Matusiewicz D. (2017): *Die Digitale Transformation im Gesundheitswesen*, in Matusiewicz D., Pittelkau C., Elmer A (Hrsg.) Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
104. Markgraf D. (2018): *Produktentwicklung*. Available at https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/produktentwicklung-45031 (Accessed:10.01.2025)
105. McKinsey (2015): *Six building block.* Available at: https://www.mckinsey.com/capabilities/people-and-organizational-performance/our-insights/six-building-blocks-for-creating-a-high-performing-digital-enterprise#/s for creating a high-performing digital enterprise (Accessed:10.10.2024)
106. Mertens P., Bodendorf F., König W., Schumann M., Hess T., Buxmann P. (2017): *Grundzüge der Wirtschaftsinformatik.* 12. Auflage. Berlin: Springer Gabler Verlag.
107. Möhrle M. (2018): *Definition Innovationsmanagement*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/innovationsmanagement-39822/version-263222. (Accessed:26.11.2024)
108. Müller-Mielitz S., Goldschmidt A. J. W. 2017: „*Der Nutzen von E-Health: Eine medizinische, juristische und ökonomische Reflexion“.* Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden “ in S. Müller-Mielitz und T. Lux (Hrsg.): *E-Health-Ökonomie*. Wiesbaden: Springer, S. 71-70
109. Müller-Brehm J. Otto P., Buntschuh M. (2020): *Digitalisierung,* Information zur politischen Bildung Nr. 344/2020. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung (Hsrg.) Available at: https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/izpb/318156/digitalisierung/ (Accessed: 26.07.2023).
110. Müller, K. (2022): *Entwicklung eines High Performance Learning Journey Konzepts zur organisationalen Weiterbildung agiler Rollen im Rahmen von SAFe:* Spezifiziert am Beispiel des Scrum Masters. Wiesbaden, Springer Fachmedien, Wiesbaden
111. Nagel M., Mieke C. (2014): *BWL-Methoden*. München: UVK Verlagsgesellschaft
112. Neugebauer E. (2022): „*Notwendigkeit und Wege zur Entwicklung von Versorgungszielen für das Gesundheitssystem in Deutschland – ein Positionspapier des DNVF*", Gesundheitswesen, 84(10), S 971–978. Available at: https://doi.org/ 10.1055/a-1941-9010, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9525141/ (Accessed:26.07.2023)
113. Neuman K., Reichl V. (2020): *Digitale Gesundheit.* Offenbach: Health-Care-Com GmbH, Available at: https://e-health-com.de/fileadmin/user_upload/dateien/TrendGuide/TrendGuide_2020_E-Paper.pdf (Accessed: 26.07.2023).
114. Ng KKH, Chen C-H, Lee CKM, Jiao JR, Yang Z-X (2021): „*A systematic literature review on intelligent automation: Aligning concepts from theory, practice, and future perspectives*“ in Langmann C., Turi D. (Hrsg.): *Robotic Process Automation (RPA) – Digitalisierung und Automatisierung von Prozessen*. Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, S. 101–246
115. NTT DATA Business Solutions AG (2024): *Transformationsstudie 2024 - Was Führungskräfte gerne früher gewusst hätten“.* Available at: https://de.nttdata-solutions.com/transformationsstudie-2024 (Accessed: 18.12.2024).
116. Österle H., Winter R., Brenner W. (2011): *Business Engineering Navigator - Gestaltung und Analyse von Geschäftslösungen “Business-to-IT*. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag
117. Österle H., Blessing D. (2005): *Ansätze des Business Engineering*. Available at: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.alexandria.unisg.ch/server/api/core/bitstreams/7be9c194-1e8f-4262-9023-91ba79d27fc7/content /(Accessed: 18.12.2024).
118. Office of the Department of Defense (2007): *Department of Defense Architecture Framework*. Available at: https://dodcio.defense.gov/library/dod-architecture-framework/ (Accessed: 26.07.2023).

119. Oswald G., Krcmar H. (Hrsg.), *Digitale Transformation - Informationsmanagement und digitale Transformation*. Wiesbaden: Springer Verlag.
120. Pechmann L., Mildner M., Suthau T., Leucker M. (2022): *„Regulatorische Anforderungen an Lösungen der künstlichen Intelligenz im Gesundheitswesen*“ in Mario A. Pfannstiel (Hrsg.) *Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen.* Wiesbaden: Springer Gabler Verlag, S. 175-198
121. Pfannstiel M., Da-Cruz P., Mehlich H. (2019): *Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen VI*, Wiesbaden: Springer Fachmedien.
122. Pfannstiel M. (Hrsg.): *Künstliche Intelligenz im Gesundheitswesen*. Berlin: Springer Gabler Verlag, S.431-450
123. Pfannstiel M., Kassel K., et al. (2020): *Innovationen und Innovationsmanagement im Gesundheitswesen: Technologien, Produkte und Dienstleistungen voranbringen*, Berlin: Springer Gabler
124. Pfannstiel M., Siedl W., Steinhoff P. (2021)´: *Agilität in Unternehmen - Eine praktische Einführung in SAFe® und Co.* Wiesbaden, Springer Gabler Verlag
125. Pohlmann N. (2022): *Cyber-Sicherheit - Das Lehrbuch für Konzepte, Prinzipien, Mechanismen, Architekturen und Eigenschaften von CyberSicherheitssystemen in der Digitalisierung.* Wiesbaden Springer Fachverlag
126. Pokorny S. (2017): *Gesundheit und Familie vor Arbeit und Einkommen – Studie zum sozialen Aufstieg in Deutschland*. Available at: https://www.kas.de/documents/252038/253252/7_dokument_dok_pdf_49017_1.pdf/128ce812-9ea5-2da5-05ec-382e33dea53a?version=1.0&t=1539649085975 (Accessed: 03.06.2023).
127. Prilla M., Recken H., Janßen M. (2019): „*Die Pflegebrille – Möglichkeiten und Barrieren der Nutzung von von Augmented-Reality*- in Technologie in der ambulanten Intensivpflege in Digitale Transformation von Dienstleistungen im Gesundheitswesen VI, Wiesbaden, Springer Gabler Verlag
128. Project Management Institute (PMI) (2021): *A Guide to the Project Management Body of Knowledge and the Standard for Project Management And the Standard for Project Management.* 7th Edition. Pennsylvania: Project Management Institute.
129. Reinheimer S., Robra-Bissantz S. (Hrsg.) (2017): *Business-IT-Alignment Gemeinsam zum Unternehmenserfolg*. Wiesbaden Springer Vieweg Verlag
130. Ricken, B., Wüthrich, A., Matt, C. (2021): „Ein Framework zur systematischen Entwicklung und Anpassung von Digitalisierungsstrategien.“ Wirtschaft & Information Management 13, 324–335 (2021). Available at: https://link.springer.com/article/10.1365/s35764-021-00336-9 (Accessed:15.08.2023).
131. Röder N., Hensen P., Franz D. (2009): *Gesundheitsökonomie, Gesundheitssystem und öffentliche Gesundheitspflege*. 2. Auflage. Köln: Deutscher Ärzteverlag
132. Röhner J., Schütz A. (2020:) *Psychologie der Kommunikation.* 3 aktualisierte und überarbeitete Auflage, Wiesbaden Springer Vieweg Verlag
133. Ruch F.L./Zimbardo P.G. (1974): *Lehrbuch der Psychologie - Eine Einführung für Studenten der Psychologie, Medizin und Pädagogik.* Berlin, Heidelberg, Springer Verlag
134. Runkler T., (2015): *Data Mining - Modelle und Algorithmen intelligenter Datenanalyse.* Berlin: Springer Gabler Verlag.
135. Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen (SVR) (2021): Digitalisierung für Gesundheit. Bern: Hogrefe Verlag Available at: https://www.svr-gesundheit.de/fileadmin/Gutachten/Gutachten_2021/SVR_Gutachten_2021.pdf (Accessed:15.08.2023)
136. SAFe - Scaled Agile Framework (2024): *Was ist SAFe?* Available at: https://scaledagile.com (Accessed: 15.12.2024).
137. SAFe - Scaled Agile Framework (2024): Safe – Big picture. Available at: https://scaledagileframework.com/#full (Accessed: 11.01.2025).
138. Schmid M./ IAS (Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme) (2018): *Safety, Security und Privacy – Abgrenzung in Definition, Bedrohung und Risikoanalyse* Available at: https://www.ias.uni-stuttgart.de/service/begriffslexikon/safety-security-und-privacy-kritische-software-pruefen/ (Accessed: 15.10.2024).
139. Schnabel P. (2023): *M2M - Maschine-zu-Maschine-Kommunikation*. Available at: https://www.elektronik-kompendium.de/sites/kom/1502061.htm (Accessed: 15.08.2023).
140. Schröder H.-J. (1970): *Projekt-Management.* Wiesbaden: Gabler Verlag
141. Schweda C. (2024): *Unternehmensweites Informationsmanagement - Die Rolle der Enterprise Architecture.* Wiesbaden Springer Gabler Verlag

142. Siepermann M. (2018): *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/it-38583/version-262004 (Accessed: 15.08.2023).
143. Siepermann M. (2018): *Kommunikation*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/kommunikation-37167/version-260610 (Accessed: 15.05.2024).
144. Spath D. (2020): *Innovationen brauchen Schlüsseltechnologien*. Available at: https://www.acatech.de/allgemein/wie-kommt-das-neue-in-die-welt/#:~:text=Die%20technologieinduzierte%20Innovation%2C%20wie%20mp3,neuen%20Technologien%20neuen%20Kundenbed%C3%BCrfnissen%20begegnet (Accessed: 26.07.2023).
145. Specht D. (2018): *Technologiemanagement*. Available at: https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/technologiemanagement-50438 (Accessed: 26.07.2023).
146. Sphericalinsights (2025): Marktgröße für digitale Gesundheit in Deutschland Available at: https://www.sphericalinsights.com/de/reports/germany-digital-health-market (Accessed: 26.04.2025).
147. Statista (2024a): *Umsatz im deutschen Maschinenbau bis 2023 | Statista Umsatz der Automobilindustrie Deutschland 2023 | Statista Umsatz der deutschen Elektroindustrie bis 2023.* Available at: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/3777/umfrage/umsatz-im-deutschen-maschinenbau-seit-1991/ https://de.statista.com/statistik/daten/studie/160479/umfrage/umsatz-der-deutschen-automobilindustrie/ https://de.statista.com/statistik/daten/studie/75570/umfrage/deutsche-elektroindustrie-geschaeftsentwicklung-gesamtumsatz-seit-2008/ (Accessed: 10.10.2024).
148. Statista (2024b): *Umfrage-unter-unternehmen-zu-hindernissen-bei-der-digitalisierung,* Available at: https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1284685/umfrage/umfrage-unter-unternehmen-zu-hindernissen-bei-der-digitalisierung/ / (Accessed: 10.10.2024).
149. Statistisches Bundesamt (Destatis), (2024): Code: 23621-0001 - Gesundheitspersonal: Deutschland, Jahre, Einrichtungen, Geschlecht. Available at: https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/23621/table/23621-0001/. (Accessed: 10.10.2024).
150. Steidel A. G. (2017): „Daten – Führt der Weg über Blockchain zu Big Data?“ in Matusiewicz D., Pittelkau C., Elmer A. (Hrsg.): *Die Digitale Transformation im Gesundheitswesen*. Berlin: MWV Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, S. 307 – 311
151. The Open Group (2024): *TOGAF- The Open Group Architecture Framework*. Available at: https://www.opengroup.org/togaf (Accessed: 10.10.2024).
152. The Open Group (2022): *The TOGAF® Standard, 10th Edition — Architecture Development Method*. Hertogenbosch – NL, Van Haren Publishing
153. The Standish Group International, Inc (2016): *CHAOS REPORT 2015*. Available at: https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf (Accessed: 27.06.2023).
154. The Standish Group International, Inc (2021): *CHAOS REPORT 2020/ CHAOS Report Beyond Infinity*. Available at: https://www.standishgroup.com/collections/frontpage/products/copy-of-chaos-report-beyond-infinity-digital-version (Accessed: 27.05.2025).
155. Vahs D, Brem A., Oswald C.(2023): *Innovationsmanagement - Von der Idee zur erfolgreichen Vermarktung.* 6. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag
156. Valdez-De-Leon, O. (2016): *A for Telecommunications ServiceProviders*. Technology Innovation Management Review, Vol. 6. Ottawa. Retrieved from https://www.timreview.ca Available at: https://www.semanticscholar.org/reader/42897ae65ef853531a1b2b00a1a1f263c855d907. (Accessed: 27.12.2024).
157. Venkatraman N. (1994): “IT-enabled business transformation - from automation to business scope redefinition” *Zeitschrift WINTER 1994 VOL. 35 NO. 2*, S. 73-75 Available at: https://sloanreview.mit.edu/article/itenabled-business-transformation-from-automation-to-business-scope-redefinition/ (Accessed: 26.07.2022).
158. Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. (VDE) (2023*): Zulassung, Zertifizierung und CE-Kennzeichnung*. Available at: https://www.vde.com/topics-de/health/beratung/medizinprodukte-zulassung-zertifizierung-ce-kennzeichnung (Accessed:30.07.2023).

159. Vincenzo Della Mea (2001): *What is e-Health (2): The death of telemedicine?,* Italy: Journal of Medical Internet Vol 3, No 2. Available at: https://doi:10.2196/jmir.3.2.e22 (Accessed:: 22.06.2023).
160. Volkwein M., Schmitt J., Heidelbach J. Schöllhammer O., Evcenko D., Kett H. (2022) *Blinde Flecken in der Umsetzung von Industrie 4.0 – identifizieren und verstehen*. München: Forschungsbeirat der Plattform Industrie 4.0/acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.). Available at: https://www.acatech.de/publikation/blinde-flecken-i40/ (Accessed: 26.07.2023).
161. Watts S. (2018): *Defining the Enterprise Architecture Framework*. Available at https://www.bmc.com/blogs/enterprise-architecture-frameworks/ (Accessed: 26.07.2023).
162. Weber P., Gabriel R., Lux T., Menke K. (2022): *Basiswissen Wirtschaftsinformatik.* 4. Auflage. Berlin: Springer Gabler Verlag.
163. Weltgesundheitsorganisation WHO (1986): *Ottawa-Charta zur Gesundheitsförderung*". Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/129534/Ottawa_Charter_G.pdf (Accessed: 26.07.2023)
164. Weltgesundheitsorganisation WHO (1999). „*Gesundheit 21, Das Rahmenkonzept - Gesundheit für alle"* für die Europäische Region der WHO"; Europäische Schriftenreihe „Gesundheit für alle", Nr. 6, Available at: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/109287/wa540ga199heger.pdf (Accessed: 03.06.2023).
165. Weltgesundheitsorganisation (WHO) (2020*): Digital Implementation Investment Guide* (DIIG). Integrating Digital Interventions into Health Programmes (who.int) Available at: Digital Implementation Investment Guide (DIIG): Integrating Digital Interventions into Health Programmes (who.int) (Accessed: 18.07.2023)
166. Wintermann O., Wintermann B., Hoffmann A. Hofmann J., Ricci C., Schwarz R., Wienken V. (2020): *Erfolgskriterien betrieblicher Digitalisierung*. Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
167. White House (1999): *Federal Enterprise Architecture*. Available at: https://obamawhitehouse.archives.gov/omb/e-gov/FEA (Accessed: 26.07.2023).
168. Wolan M. (2020): *Next Generation Digitale Transformation*. Köln: Springer Gabler Verlag.