

DIN EN 9722



ICS 49.020

Entwurf

Einsprüche bis 2023-05-24
Ersatz für
E DIN EN 9722:2022-09

**Luft- und Raumfahrt –
Zentralisierte Architektur für das Zustandssystemmanagement;
Deutsche Fassung ASD-STAN prEN 9722:2022**

Aerospace series –
Architecture for integrated management of a system's health condition;
German version ASD-STAN prEN 9722:2022

Série aérospatiale –
Architecture pour la gestion intégrée de l'état de santé d'un système;
Version allemande ASD-STAN prEN 9722:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-03-24 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 69 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (ASD-STAN prEN 9722:2022) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Digitale Projekte, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-05-01 AA „Qualitäts- und Managementverfahren“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Der Norm-Entwurf enthielt zur technischen Kommentierung einen Europäischen Norm-Entwurf (prEN) ausschließlich in Englischer Fassung aus der parallelen Umfrage von ASD-STAN und CEN.

Der vorliegende zweite Norm-Entwurf enthält nur die Deutsche Fassung der veröffentlichten ASD-STAN prEN. Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grund der Verfahrensweise zur Normenerstellung bei ASD-STAN dieser zweite Norm-Entwurf ausschließlich der redaktionellen Prüfung der deutschen Sprachfassung dient.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wird die Norm beide Sprachfassungen enthalten.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

<i>Titel de:</i>	Luft- und Raumfahrt – Zentralisierte Architektur für das Zustandssystemmanagement
<i>Titel en:</i>	Aerospace series – Architecture for integrated management of a system's health condition
<i>Titel fr:</i>	Série aérospatiale – Architecture pour la gestion intégrée de l'état de santé d'un système

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Akronyme	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Akronyme	7
4 Diesem Dokument zugrunde liegende Information	9
4.1 Übersicht der Instandhaltung	9
4.1.1 Inhalt der Zustandskarte	9
4.1.2 Wertschöpfungskette der Zustandskarte	10
4.1.3 Nutzung der Zustandskarte	10
4.2 Übersicht der Instandhaltung	14
4.2.1 Allgemeines	14
4.2.2 Strukturierung der Instandhaltung im Hinblick auf die Schwere der Auswirkung	15
4.2.3 Zustandskarte und Beispiel für die Koordination zwischen interessierten Parteien	15
4.2.4 Zustandskarte und prädiktive Instandhaltung	15
4.3 Übersicht der technischen Dienstleistungsplanung	16
4.3.1 Verbindung zwischen Systemtechnik und technischer Dienstleistungsplanung	16
4.3.2 Auf die Unterstützungsarchitektur angewendete Unternehmensarchitektur	17
4.3.3 Modellierung der Unternehmensarchitektur	17
4.3.4 Darstellung von Kontakt/Sichtbarkeit/Kontrolllinien	18
4.3.5 Verbindung zwischen Produkten und Dienstleistungen	19
4.3.6 Grundlegende Beschränkungen und Anforderungen	23
5 Empfehlungen zu Architekturen (Ökosystem und Produkt)	24
5.1 Allgemeines	24
5.2 Auf der Zustandskarte aufbauende funktionale Architektur	24
5.3 Beispiele für eine Unterstützungsorganisation	26
5.3.1 Allgemeines	26
5.3.2 Interessierte Parteien und Rollen	26
5.3.3 Aufschlüsselung der Unterstützung in Bereiche und Rollen	26
5.4 Entwicklung der organischen Wertverbesserungsarchitektur	37
6 Nutzung der Zustandskarte	38
6.1 Anwendung der OODA-Schleife auf den Gesundheitszustand eines Systems	38
6.1.1 Beobachten	38
6.1.2 Kapitalisieren	40
6.1.3 Erkennen	40
6.1.4 Diagnose	41
6.1.5 Vorhersagen	41
6.1.6 Entscheiden	41
6.1.7 Handeln/Reagieren	42
6.1.8 Visualisieren	42
6.2 Kapazitätsprognose/Zuverlässigkeit von Prognosen	43
6.2.1 Allgemeines	43
6.2.2 Betriebliche Konfiguration eines Systems	43

6.2.3	Rahmenwerk der Konzeptstudien für betriebliche Anwendungen für die prädiktive Instandhaltung (AOMP)	43
7	Empfehlungen in Bezug auf Daten	45
7.1	Allgemeines	45
7.2	Cybersicherheit	45
7.3	Datenzentralisierung und digitale Unterbrechungsfreiheit	45
7.4	Verpflichtungen der Hersteller in Bezug auf Daten	51
8	Schlussfolgerung/Ausblick	51
Anhang A (informativ) Unternehmensarchitektur-Sicht eines Organisationsbeispiels außerhalb der Lieferkette		53
Anhang B (informativ) Wertschöpfung und Verantwortlichkeiten unterstützender interessierter Parteien		54
Anhang C (informativ) Darstellung des Ansatzes für die technische Produkt- und Dienstleistungsplanung		55
Anhang D (normativ) Übersicht der OODA Schleife: Anwendung auf ein Diagnose- und Prognosesystem		56
Anhang E (informativ) Dekontextualisierung: ein Beispiel für Verschleiß- und Zuverlässigkeitsmodelle		58
E.1	Allgemeines	58
E.2	Grundlegende Hypothesen	58
E.3	Rahmenwerk für eine Lösung zur Beurteilung des Verschleißgrads und der Zuverlässigkeit	58
E.4	Dekontextualisierung	60
E.5	Die Nutzung dieser Modelle	61
E.6	Prozesse, in denen diese Modelle verwendet werden	61
E.7	Wertverbesserungsarchitektur	62
E.7.1	Für gewonnene Erkenntnisse	62
E.7.2	Für die Gestaltung von Instandhaltungsplänen	62
E.7.3	Für die Konstruktion von Flugzeugen	62
E.7.4	Für die prädiktive Instandhaltung	62
Anhang F (informativ) Anwendungsfall/Betriebsszenarien auf der Grundlage der Phasen		63
F.1	Für die Instandhaltung, Vorbereitung von Einsätzen	63
F.2	Für den Piloten in einem Einsatz	63
F.3	Für den Hersteller und die Konstrukteure	64
Literaturhinweise		67

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Koordinator für den Fachbereich Digitale Projekte des Verbands der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie — Normung (ASD-STAN) überprüft.

Nach Umfragen und Abstimmungen in Übereinstimmung mit den im „Prozesshandbuch für Normung“ von ASD-STAN definierten Regeln, hat dieses Dokument die Genehmigung zur Veröffentlichung erhalten.

Einleitung

Eine *Gerätezustandskarte* enthält vorgeschriebene Fristen für dessen Instandhaltung sowie Informationen zu historischen technischen Instandhaltungsarbeiten. Dies betrifft vor allem das Logbuch.

Eine *Systemzustandskarte* enthält alle Gesundheitskarten für die Geräte, aus denen das System besteht. Sie muss einerseits auf der Grundlage der in jeder Gerätegesundheitskarte enthaltenen Informationen gehandhabt werden, um die Instandhaltungsplanung und Fehlersuche zu überwachen, und andererseits auf der Grundlage der Systemkonfiguration zu einem gegebenen Zeitpunkt, die aus den beispielsweise durch die Systeminstandhaltung verursachten Geräte austauschen resultiert.

Die Systemgesundheitskarte für die Flotte beinhaltet alle Gesundheitskarten für die Flottensysteme.

Die Dematerialisierung von Daten verändert das Unternehmen und seine interne Architektur sowie seine externen Interaktionen, insbesondere durch digitale Plattformen. Darüber hinaus verleihen die zahlreichen Datenquellen und ihre Echtzeit-Verfügbarkeit jedem Datenelement zunehmend Werthaltigkeit, und ihre Nutzung ermöglicht ein verbessertes integriertes Management des Gesundheitszustands eines Systems. Dieses integrierte Management muss die bestehenden Dienste (Datenverarbeitungs- oder Instandhaltungsdienste-Management) optimieren oder sogar neue Dienste entwickeln, die den verschiedenen interessierten Parteien (Akteure) des gesamten Ökosystems vorgeschlagen werden.

Dieses Dokument enthält Empfehlungen für die Zentralisierung der Gesundheitsdaten für eine Flotte von Systemen wie etwa eine Luftfahrzeugflotte, um die Konsistenz zwischen den interessierten Parteien (Betreiber, Instandsetzungseinrichtungen, Konstrukteure usw.) und dem Management ihrer Zustandskarte sicherzustellen.

Diese Empfehlungen basieren auf einem allgemeinen Vorschlag für eine Unterstützungsorganisation auf der Grundlage einer Produktarchitektur für das System und seine Komponenten.

Die Empfehlungen und Diagramme in diesem Dokument sind funktional und schränken die organische Architektur nicht ein.

In diesem Dokument wird angenommen, dass der Zugang zu und das Management der Systemzustandskarte eine zentralisierte Adresse haben, die allen bekannt ist und allen Rechteinhabern innerhalb eines durch die Dematerialisierung von Daten gebotenen Zeitraums zugänglich ist. Es werden keine Annahmen hinsichtlich des Standorts der Zustandskartendaten angestellt, die beispielsweise dezentralisiert in einer Cloud gespeichert werden können. In diesem Dokument wird die Zustandskarte als zentralisiert bezeichnet, weil die Rechteinhaber in der gleichen Weise und unter derselben Adresse darauf zugreifen.

Datenschutz ist ein wichtiges Thema, das jedoch in diesem Dokument nicht behandelt wird, da dies eine allgemeinere Frage ist, die über den Anwendungsbereich des Zustandskartenmanagements hinausgeht.

Dieses Dokument ist wie folgt strukturiert:

Allgemeine Hinweise zur Zustandskarte sind in Abschnitt 4 enthalten. Abschnitt 5 ist das Hauptelement dieses Dokuments und enthält Empfehlungen für System- und Produktarchitekturen. Abschnitt 6 beschreibt die Nutzung der Zustandskarte für Flottenmanagementprognosen. Falls der Leser sich eingehender mit diesem Thema befassen möchte, enthält Abschnitt 7 Sicherheitshinweise für die Handhabung von Daten. Abschnitt 8 enthält Vorschläge zu Möglichkeiten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument richtet sich hauptsächlich an alle Gewerke, die aktiv an dem Zustandsmanagement eines Systems beteiligt sind.

Auch wenn es auf Beispielen für aeronautische Systeme basiert, ist die Expertengruppe der Ansicht, dass dieses Dokument auch für Systeme aus anderen Bereichen anwendbar ist.

Dieses Dokument legt die Zentralisierung der Zustandsdaten für eine Flotte von Systemen wie etwa eine Luftfahrzeugflotte fest, um die Konsistenz zwischen den interessierten Parteien (Betreiber, Instandsetzungseinrichtungen, Konstrukteure usw.) und dem Management ihrer Zustandskarte sicherzustellen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 13306, *Instandhaltung — Begriffe der Instandhaltung*

EN 9721, *Luft- und Raumfahrt — Allgemeine Empfehlungen für die integrierte Prüfungs-(BIT)-Architektur in einem integrierten System*

3 Begriffe und Akronyme

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 9721 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

Erläuterungen zu wiederkehrenden Begriffen sind in Tabelle 1 enthalten.

Tabelle 1 — Begriffe

Begriffe	Erläuterung
Luftfahrzeug	In diesem Dokument wird der Begriff „Luftfahrzeug“ verwendet, um ein System darzustellen.
Betreiber	Die aus Anwendern und Administratoren bestehende Organisation.
Industrieller Auftragnehmer	Bezieht sich auf eine industrielle interessierte Partei, die je nach Kontext entweder Instandhaltungsdienstleistungen liefert oder Systeme (z. B. Luftfahrzeuge) und Geräte herstellt.
Korrektive Instandhaltung	Technische Arbeitsschritte mit dem Ziel, ein fehlerhaftes System wieder in Betriebe zu nehmen.

Begriffe	Erläuterung
Vorbeugende Instandhaltung	Technische Arbeitsschritte mit dem Ziel, Ausfälle zu vermeiden.
Prädiktive Instandhaltung	Vorbeugende Instandhaltung auf der Grundlage einer Prognose des Schadensniveaus (siehe 5.2.4).
Geplante Instandhaltung	Vorbeugende Instandhaltung auf der Grundlage kalendarischer Ereignisse oder eines Zeitplans (auch als systematische Instandhaltung bezeichnet).
Zustandsbasierte Instandhaltung	Vorbeugende Instandhaltung basierend auf einem Schadensniveau, kann ein Zähler oder das Ergebnis von Betriebsprüfungen sein (auch als zustandsabhängige Instandhaltung bezeichnet).
Eigentümer	Eigentümer der Luftfahrzeugflotte.
Instandhaltungsdienst	Bezieht sich auf die Dienstleistungsaktivität.
Zusätzliche Arbeiten	Instandhaltungsarbeiten, die nicht in dem ursprünglichen Arbeitsauftrag angegeben waren und aufgrund von Inspektionen und Beobachtungen während der in dem Arbeitsauftrag angewiesenen Arbeiten hinzugefügt wurden.
Anwender	Eine Person, die für den Betrieb der Flotte verantwortlich ist.

3.2 Akronyme

Die Akronyme werden in Tabelle 2 erläutert.

Tabelle 2 — Akronyme

Akronym	Erläuterung
A/D	Flugtauglichkeitsrichtlinie (en: airworthiness directive)
AOG	Luftfahrzeug auf dem Boden (en: aircraft on ground)
AOMP	Betriebliche Anwendungen prädiktiver Instandhaltung (en: predictive maintenance operational applications) [<i>Applications Opérationnelles de Maintenance Prévisionnelle</i>]
ASL	Logistische Unterstützungsanalyse (en: logistical support analysis) [<i>Analyse du Soutien Logistique</i>]
BIT	Integrierte Prüfung (en: built-in test)
BNAE	<i>Bureau de Normalisation de l'Aéronautique et de l'Espace</i>
CAAC	Civil Aviation Administration of China
CAMM	Computergestütztes Instandhaltungsmanagement (en: computer aided maintenance management)
CAMO	Continuing Airworthiness Management Organization
CBM	Zustandsbasierte Instandhaltung (en: condition based maintenance)
ZRM	Instandhaltungsbericht [<i>Compte Rendu de Maintenance</i>] (Dokument, das Informationen zu von dem Piloten während des Flugs beobachteten Ausfällen enthält)
CRS	Betriebsfreigabe-Zertifikat (en: certificate to release to service)
DB	Datenbank

Akronym	Erläuterung
DMC	Direkte Instandhaltungskosten (en: direct maintenance cost)
DOM	Instandhaltungsleiter (en: director of maintenance)
DRL	Datenbereitschaftsgrad (en: data readiness level)
FIDES	Leitfaden für Zuverlässigkeitsberechnungen
FMS	Flottenmanagementsystem
GSE	Bodendienstgerät (en: ground support equipment)
HAZOP	Gefahren- und Betriebsfähigkeitsanalyse (en: HAZard and OPerability analysis)
HUMS	Zustands- und Nutzungsüberwachungssystem (en: health and usage monitoring system)
IATA	International Air Transport Association
IoT	Internet der Dinge (en: Internet of Things)
IVHM	Integriertes Fahrzeugzustandsmanagement (en: integrated vehicle health management)
IVVQ	Integration, Verifizierung, Validierung und Qualifikation
KPI	Leistungskennzahl (key performance indicator)
LIS	Logistikinformationssystem (en: logistics information system)
MATMOM	Implementierungs- und Instandhaltungsausrüstung (en: implementation and maintenance equipment) [<i>Matériel de Mise en Œuvre et de Maintenance</i>]
MCO	Instandhaltung unter Betriebsbedingungen (en: maintenance in operational conditions)
MEL	Mindestausrüstungsliste (en: minimum equipment list)
MFOP	Instandhaltungsfreier Zeitraum (en: maintenance free operating period)
MIMS	Instandhaltungsinformationsmanagementsystem (en: maintenance information management system)
MMS	Instandhaltungsmanagementsystem (en: maintenance management system)
MRO	Instandhaltung, Instandsetzung und Überholung (en: maintenance, repair and overhaul)
MS	Unterstützungsausrüstung [<i>Matériel de Soutien</i>]
NSI	Grad der industriellen Unterstützung [<i>Niveau de Soutien Industriel</i>]
NSO	Grad der betrieblichen Unterstützung [<i>Niveau de Soutien Opérationnel</i>]
NTI	Instandhaltungsniveau [<i>Niveau Technique d'Intervention</i>]
OAM	Original-Luftfahrzeughersteller (en: original aircraft manufacturer)
OEM	Originalausrüstungshersteller (en: original equipment manufacturer)
OODA	Beobachten, Orientieren, Entscheiden, Handeln (en: observe, orient, decide, act)
ORA	Betriebliche Risikobeurteilung (en: operational risk assessment) Beurteilung der Betriebsbereitschaft (en: operational readiness assessment)
OSA	Offene Systemarchitektur (en: open system architecture)
PEDS	Prognostische Verbesserungen von Diagnosesystemen (en: prognostic enhancements to diagnostic systems)
PHM	Prognostisches Zustandsmanagement (en: prognostic health management)

Akronym	Erläuterung
PMA	Zulassung des Teileherstellers (en: part manufacturer approval) (keine OEM-Teile, aber durch die Zertifizierungsstellen zugelassen)
RCM	Zuverlässigkeitsbasierte Instandhaltung (en: reliability centred maintenance)
RUL	Restnutzungsdauer (en: remaining useful life)
SB	Betriebsbericht (en: service bulletin)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SIMAD	Integrierte Struktur für die Instandhaltung der Luft- und Raumfahrttausrüstung des Verteidigungsministeriums unter Betriebsbedingungen [<i>Structure Intégrée du Maintien en conditions opérationnelles des matériels Aéronautiques du ministère de la Défense</i>]
SIMP	Intelligentes prädiktives Instandhaltungssystem [<i>Système Intelligent de Maintenance Prévisionnelle</i>]
SSES	Zustandsüberwachungssystem [<i>Système de Surveillance de l'État de Santé</i>]
TRL	Technischer Bereitschaftsgrad (en: technology readiness level)
WO	Arbeitsauftrag (en: work order)

4 Diesem Dokument zugrunde liegende Information

4.1 Übersicht der Instandhaltung

4.1.1 Inhalt der Zustandskarte

Die Zustandskarte enthält die folgenden Informationen (mindestens):

a) für jedes Luftfahrzeug (oder allgemeiner: System):

- 1) die Aufgliederungsstruktur des Luftfahrzeugs (angewendete Konfiguration): Liste der Luftfahrzeugteile einschließlich ihrer Seriennummern;
- 2) Bericht allgemeiner Ereignisse (z. B. Bruchlandungen);

b) für jedes Element (Luftfahrzeugtragwerk, -gerät oder -bauteil):

- 1) der Zustand der Betriebsstundenzähler;
- 2) Aufzeichnung der Hardware- und Software-Konfigurationen;
- 3) Installationsverzeichnis (an welchem Luftfahrzeug das Element installiert wurde);
- 4) Aufzeichnung technischer Ereignisse wie etwa Fehlersuche oder Fehlerberichte aus dem HUMS;
- 5) Instandhaltungsbericht (die vorgeschriebenen Fristen können diesem Verzeichnis zusammen mit dem Zustand der Zähler und den Instandhaltungsverpflichtungen des Herstellers entnommen werden).

4.1.2 Wertschöpfungskette der Zustandskarte

4.1.2.1 Allgemeines

Zahlreiche Parteien sind an der Handhabung der Zustandskarte zwecks ihrer Nutzung oder der Verbesserung ihres Werts beteiligt.

4.1.2.2 Nutzungen der Zustandskarte

Die Nutzungen U der Zustandskarte sind nachfolgend angegeben:

- U1: Die Zustandskarte ermöglicht die Rückverfolgbarkeit zur Unterstützung der Flugtauglichkeit des Flugzeugs (CAMO).
- U2: Die Zustandskarte enthält systemspezifische Informationen (bezeichnet durch die Seriennummer des Systems), die für dessen Instandhaltung erforderlich sind.
- U3: Die Zustandskarte enthält Daten zu gewonnenen Erkenntnissen für die interessierten Parteien (Anwender, Konstrukteure usw.).

Die Nutzungen U1 und U3 sind in der in Anhang A – Übersicht der Unternehmensarchitektur von nicht-lieferkettenunterstützenden Organisationen – dargestellt. Nur die Nutzung U2 ist nachfolgend beschrieben.

4.1.2.3 Wert der Architektur der Instandhaltungsplanung (U2)

Das Management der Zustandskarte ist Teil der Kontrolle des Nutzungsplans durch die Kontrolle des Instandhaltungsplans.

Bild 1 beschreibt den Aufbau des Instandhaltungsplans, dessen Wert verbessert wird, um die Nutzung zu ermöglichen. Diese Darstellung ist nicht vollkommen repräsentativ, da der Prozess von der Zustandskarte bis zur Nutzung in allen Phasen eine Dauerschleife ist:

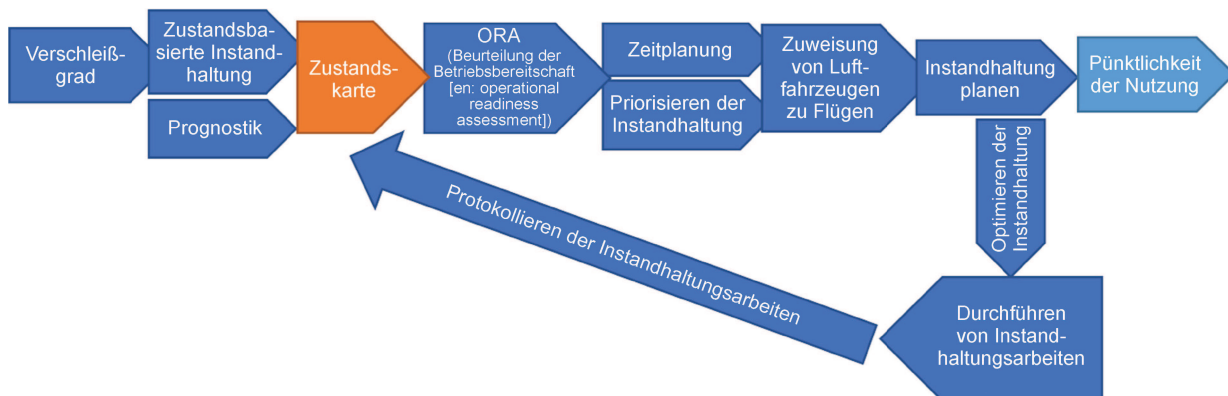


Bild 1 — Architektur der Instandhaltungswertverbesserung

4.1.3 Nutzung der Zustandskarte

4.1.3.1 Allgemeines

Die Zustandskarte ist in den Betriebs- und Instandhaltungsphasen eines Systems von Nutzen, aber auch die „vorgelagerten“ Phasen können von den darin enthaltenen Informationen wie etwa dem Verschleißgrad des Systems und seiner Bauteile profitieren.

Dementsprechend sollte eine Architektur eingeführt werden, die die Instandhaltungsdaten der Zustandskarte mit den Betriebs- und Industriedaten verbindet. Dies ist in Bild 2 beschrieben.

Die Betriebsdaten müssen von den Industriedaten unterschieden werden:

- Betriebsdaten sind technische Daten, die von dem System im Betrieb zusammen mit Umgebungsdaten aufgezeichnet werden;
- Industriedaten sind technische Konstruktions-, Fertigungs- und Instandhaltungsdaten.

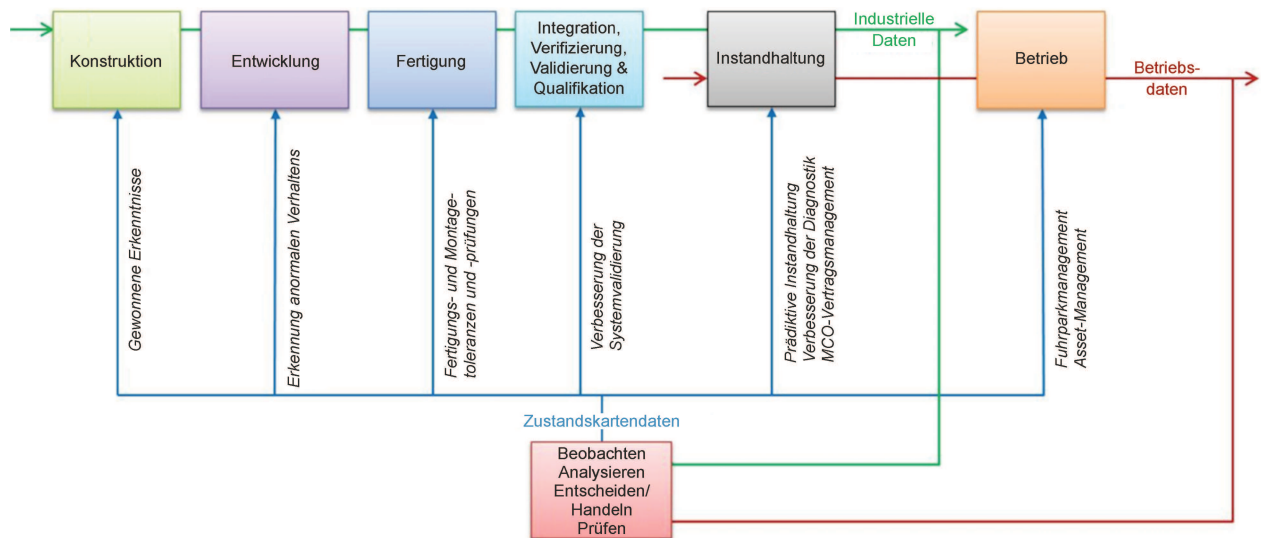


Bild 2 — Verbindung zwischen den verschiedenen Phasen der Lebensdauer des Systems

Die Zustandskarte kann verwendet werden, um die Betriebskosten des betreffenden Geräts zu optimieren, entweder, um seine Nutzung oder die entsprechenden Instandhaltungsarbeiten zu optimieren. Langfristig können die gewonnenen Erkenntnisse ebenfalls helfen, die Konstruktion und Fertigung zu verbessern.

Der Gesundheitszustand eines Geräteelements kann auf verschiedene Arten ermittelt werden:

- direkte Messung durch Sensoren des Geräts;
- indirekte Messung auf der Grundlage der direkten Messung durch Vorrichtungen außerhalb des Geräts (Inspektion);
- Schätzung mithilfe eines Modells wie etwa eines digitalen Zwillings, der mit direkten Messungen geliefert und durch indirekte Messungen angepasst wird.

Die Kenntnis der Konfiguration ist oftmals wesentlich, wenn Messungen mit einem Geräteelement assoziiert werden.

ANMERKUNG Der digitale Zwilling repräsentiert das Verhalten und die Konfiguration eines realen Objekts unter Verwendung von in Echtzeit gesammelten Betriebsdaten. Historisch erschien der digitale Zwilling erstmals in Videospielen: Der Fahrer des Fahrzeugs sah eine Darstellung des digitalen Zwillings des Fahrzeugs in der rechten oberen Ecke. Da es sich hierbei um ein Spiel handelte, standen dem Spieler keine propriozeptiven Informationen zur Verfügung (Wissen, wo sich der eigene Körper im Raum befindet). Der digitale Zwilling liefert dem Spieler Informationen: Rutschen, Stöße usw., die der Spieler tatsächlich fühlt. Im Hinblick auf die Instandhaltung ermöglicht es der digitale Zwilling einem entfernten Experten, den Verschleißzustand des tatsächlichen Objekts zu ermitteln. Der digitale Zwilling basiert auf einem Darstellungsmodell, das wiedergibt, was eine Person in direktem Kontakt beobachten würde.

4.1.3.2 Konstruktionsphase

Die Analyse der Zustandskarte und genauer der Entwicklung des Verschleißes des Systems und seiner Bauteile kann es ermöglichen, die Konstruktion neuer Produkte durch verbesserte Kenntnis der Nutzung der Produkte zu steuern (z. B. Verbesserung der Zuverlässigkeit bestimmter Bauteile, die bisher zu schnell verschlissen sind). Die Analyse der Zustandskarten kann daher die Festlegung von Zielen wie die Zuverlässigkeit, Prüfbarkeit usw. für neue Produkte ermöglichen.

4.1.3.3 Entwicklungs-/Fertigungsphase

Die Überwachung des Gesundheitszustands während der Entwicklung des Prototyps (oder während des ersten Produktionsdurchlaufs oder bei Testflügen) ist ein Mittel, um zu überprüfen, dass die Verschleißrate während der ersten Betriebsstunden eines neuen Produkts normal ist. Schreitet der Verschleiß zu schnell voran, kann dies auf ein Konstruktions- oder Fertigungsproblem hinweisen. Dies kann sehr früh in der Lebensdauer korrigierende Lösungen und Maßnahmen ergeben.

Ein Beispiel hierfür ist die erste Concorde, die mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet war, um die korrekte Funktion der verschiedenen Systeme zu überprüfen.

4.1.3.4 Integrations-, Verifizierungs-, Validierungs- und Qualifikationsphase (IVVQ)

Die Überwachung des Gesundheitszustands des Systems und seiner Bauteile während der IVVQ-Phasen kann genutzt werden, um den Validierungsprozess (extrem binär, d. h. OK oder NOK) für die Funktionen und die Leistung der Produkte zu verbessern, indem der Fokus ebenfalls auf die Restnutzungsdauer (oder den Verschleißgrad) gelegt wird. Jedes an Kunden gelieferte Gerät sollte über seine vollständige Restnutzungsdauer verfügen und der industrielle Auftragnehmer muss dies daher sicherstellen.

Durch die Analyse der Zustandskarte können außerdem bestimmte Konformitätsmängel in Bezug auf die Leistung während der Validierungsphase erklärt werden, die beispielsweise durch den Verschleiß bestimmter mechanischer Bauteile verursacht werden können.

4.1.3.5 Instandhaltungsphase

Die Zustandskarte wird natürlich für Instandhaltungsaktivitäten von größtem Nutzen sein. Die Verwendung der Zustandskarte kann helfen:

- die Diagnostik zu verbessern, indem nicht einfach das Ergebnis integrierter Prüfungen verwendet wird (die anzeigen, ob das System zu einem gegebenen Zeitpunkt betriebsbereit ist), sondern auch der Verschleißgrad von Austauschteilen geschätzt wird;
- geplante vorbeugende Instandhaltung (basierend auf dem angenommenen Verschleiß) durch prädiktive Instandhaltung basierend auf dem tatsächlichen Verschleiß zu verbessern;
- die korrektive Instandsetzung (zufällig und unvorhersehbar) zu reduzieren und durch prädiktive Instandhaltung direkt vor dem Ausfall des Geräts zu ersetzen. Dies hilft, die betriebliche Verfügbarkeit zu optimieren (durch Vermeiden von Ausfällen während der Einsätze) und/oder Unterstützungskosten durch verbesserte Planung der Instandhaltungsaufgaben zu reduzieren;
- die Arbeitslast des Instandhaltungspersonals entsprechend dem Gesundheitszustand der Flotte zu bewerten und vorherzusagen. Die Optimierung könnte sogar so weit gehen, dass Arbeiten an Produkten mit ähnlicher Restnutzungsdauer zusammengefasst werden [Optimierung der vorhergesagten vorbeugenden Instandhaltungsschritte durch RUL (Restnutzungsdauer)-Berechnungen];
- die prädiktiven Modelle für die Lieferung von Ersatzgeräten zu optimieren (was profitabel für die Vorausplanung der Logistikkette ist);

- die Fehlerausbreitung nach einem Ausfall eines nicht rechtzeitig ausgetauschten Elements zu reduzieren (reduzierte Kosten des Austauschs eines vom Ausfall eines anderen Elements betroffenen Teils und kürzere Diagnosezeiten);
- notwendige Informationen für die Bestimmung des besten Kompromisses zwischen Unterstützungskosten und betrieblicher Verfügbarkeit zu erlangen;
- die Nutzung von MCO-Verträgen mit Produkt-Betriebsverfügbarkeitsunternehmungen zu generalisieren;
- Logistische Ressourcen für erforderliche zusätzliche Arbeiten nach Inspektionen während Überholungen (größere Instandhaltung durch den industriellen Auftragnehmer) vor auszuplanen.

4.1.3.6 Betriebsphase

Die Zustandskarte kann darüber hinaus eine wesentliche Rolle für den Betrieb von Systemen oder Produkten spielen. Sie kann Kunden oder Betreibern helfen, das Management ihrer Flotte zu verbessern. Dies umfasst

- das Flottenmanagement, das es Lizenznehmern ermöglicht, die bestmögliche Ausrüstung für die nächsten Einsätze auszuwählen,
- das Asset Management, das, allgemeiner als das einfache Flottenmanagement, ein verbessertes Management des Gerätebestands ermöglicht (wissen, welches Gerät betriebsbereit ist, instandgesetzt wird, für die Ausbildung verwendet wird, im Bestand ist usw.) und
- die individuelle Überwachung der Restnutzungsdauer jedes Produkts würde das Management der Flotte durch die optimale Anpassung des Produkts an die genauen Bedürfnisse der von dem Kunden gewünschten Einsatzart verbessern. Jedes Produkt würde so seine Restnutzungsdauer optimal nutzen, was wiederum die betriebliche Verfügbarkeit erhöhen und die Instandhaltungskosten optimieren würde.

Die quantifizierbaren Vorteile der vorgenannten Gewinne sind ungeachtet der Phase der Systemlebensdauer hauptsächlich mit dem menschlichen Aspekt verbunden: dem Vertrauen des Kunden in die von dem industriellen Auftragnehmer für seine Produkte vorgeschlagenen Unterstützungsdienstleistungen.

ANMERKUNG Anhang F enthält Anwendungsfälle und Betriebsszenarien für die verschiedenen Phasen.

Bei der Vorbereitung des Einsatzes muss der Betreiber eine bestimmte Anzahl an Aufgaben ausführen, wird jedoch bestrebt sein, die Verteilung seines Gerätebestands für diese Einsätze zu optimieren, um sicherzustellen, dass alle Einsätze erfolgreich sind, während die daraus resultierenden Instandhaltungskosten begrenzt werden. Die Nutzungsdauer eines Geräteelements kann beispielsweise vor wesentlichen Instandhaltungsarbeiten maximiert werden, indem das Gerät weniger schweren Einsätzen zugewiesen wird. Der Betreiber kann so die Auswirkung eines Einsatzes oder einer Gruppe von Einsätzen für jedes Geräteelement extrapolieren, um seine Zuordnung zu optimieren.

Während dieser Betriebsphase bestehen zwei Voraussetzungen:

- die Vertrautheit mit dem Gesundheitszustands des Geräts vor der Betriebsphase und anschließend auf täglicher Basis (Restnutzungslebensdauer oder Verschleißgrad, Abwesenheit früher Anzeichen für einen Ausfall usw.). Dies dient als Ausgangspunkt;
- Vertrautheit mit den Einsatzprofilen und den entsprechenden Verschleißverläufen. Die von Parametern, die die Restnutzungsdauer des Geräts beeinflussen, bestimmten Nutzungsarten müssen kategorisiert werden. Erfahrungswerte werden genutzt, um das Verständnis der Nutzungen des Geräts und ihrer Auswirkungen zu verfeinern. Der Endpunkt (der Zustand des Geräts zum Ende der Betriebsphase) wird daher aus dem Ausgangspunkt und dem Verlauf abgeleitet.

Erfolgreiche Einsätze führen grundsätzlich zu unerwarteten Kosten (Entschädigung des Kunden, AOG-Kosten, Wertminderungsverlust usw.) zusätzlich zu den Instandsetzungskosten. Bestimmte Verschleißarten führen zu einem plötzlichen Eintreten solcher Ereignisse ohne Vorwarnung und können nicht vermieden werden. Andere werden zu Symptomen in den verfügbaren Messungen führen (schwache Signale: Drift, ungewöhnliche Geräusche usw.), die als Mittel dienen, den Anwender ausreichend frühzeitig während des Einsatzes zu warnen.

Dies impliziert, dass die Zeit zwischen der Abfrage der Daten, ihrer Verarbeitung und der Erstellung der Warnmeldung im Hinblick auf die Dynamik des Geräteverschleißes kurz genug ist. Diese Dynamiken müssen daher ausreichend bekannt sein, bevor versucht wird, Instandhaltungsempfehlungen auszusprechen.

EMPFEHLUNG — Eine Wissensbasis, die die Fehler- und Verschleißsignaturen zusammen mit der Form ihrer Entwicklung enthält, sollte erstellt werden.

Die Warnmeldungen für physikalische Phänomene dürfen nicht durch eine übermäßig hohe Anzahl falsch-positiver Ergebnisse diskreditiert werden.

Anhang E enthält ein Verschleißmodell auf der Grundlage eines physikalischen Verständnisses des Phänomens, das es ermöglicht, Kenntnisse und gewonnene Erkenntnisse weithin zu teilen und umfassend auf Systeme und Bauteile in der Konstruktion anzuwenden.

EMPFEHLUNG — Auf physikalischen Erläuterungen basierende Modelle sollten bevorzugt werden, um die umfassende Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse über die beobachteten Ergebnisse hinaus sicherzustellen.

Gewonnene Erkenntnisse spielen eine wichtige Rolle bei der Korrektur von Anfangsproblemen („Kinderkrankheiten“) und um zu bestimmen, ob das System neu konstruiert oder die Instandhaltung optimiert werden soll. Diese Entscheidungen sind schwierig, wenn sich die Kosten oder Einsparungen im Verlauf der Zeit verwässert haben oder auch von anderen interessierten Parteien als den Entscheidungsträgern getroffen werden.

4.2 Übersicht der Instandhaltung

4.2.1 Allgemeines

Die Zustandskarte umfasst alle geplanten technischen Instandhaltungsarbeiten und ausgeführten Arbeiten zusammen mit den entsprechenden Berichten. Aus diesem Grund enthält dieser Abschnitt einen Hinweis zu den Grundlagen der Instandhaltung.

Der Zweck der Instandhaltungsstudien besteht darin, jede Betriebsunterbrechung aus technischen Gründen zu verhindern, indem alles repariert wird, das verschlissen ist.

Die Planung der Instandhaltung ist für die betriebliche Planung von grundlegender Bedeutung.

Hierbei sollte beachtet werden: Prävention geht in der Instandhaltung vor Korrektur. Ihr Nutzen besteht darin, die betriebliche Planung zu ermöglichen.

4.2.2 Strukturierung der Instandhaltung im Hinblick auf die Schwere der Auswirkung

Instandhaltungsstudien müssen im Hinblick auf die vier in der Spezifikation S4000P[7] und den Sicherheitsstudien festgelegten Auswirkungen untersucht werden:

- 1) Instandhaltung, die das Sicherheitsniveau des Luftfahrzeugs sicherstellt. Die Instandhaltung ist Teil der Flugtauglichkeitsbeschränkungen;
- 2) betriebliche Instandhaltung, die auf die kommerzielle Verfügbarkeit des Luftfahrzeugs bei möglichst geringen Kosten ausgerichtet ist;
- 3) wirtschaftliche Instandhaltung, die dazu dient, den Wert des Luftfahrzeugs als Anlage aufrechtzuerhalten. Zur Verdeutlichung: Instandhaltung, die den Korrosionsschutz aufrechterhält, gehört zum Punkt 3, wohingegen die Behandlung von Korrosionsschäden den Flugtauglichkeitsbeschränkungen zugeordnet werden kann;
- 4) aktuell wird auch eine vierte Art der Instandhaltung berücksichtigt: Instandhaltung zum Zweck der Kontrolle der ökologischen Auswirkung des Betriebs des Luftfahrzeugs.

Diese Aufteilung der Instandhaltung in 4 Auswirkungen ist grundlegend in dem Prozess zur Nachverfolgung und Zertifizierung von Entwicklungen und kontinuierlichen Verbesserung in den betrieblichen Anwendungen der prädiktiven Instandhaltung (AOMP).

4.2.3 Zustandskarte und Beispiel für die Koordination zwischen interessierten Parteien

Der Betreiber strebt die bestmögliche Verfügbarkeit und Pünktlichkeit zu gegebenen Kosten an. Die Instandhaltung trägt hierzu vor allem bei, indem sie Nutzungsunsicherheiten aus technischen Gründen verhindert und, sollte dies nicht ausreichen, indem sie Instandsetzungen mit minimalen Nutzungsunterbrechungen ermöglicht.

Aus Sicht des Eigentümers des Luftfahrzeugs ist der Restwert der Anlage (des Luftfahrzeugs) ein wichtiger Faktor. Aus diesem Grund ist der Eigentümer bestrebt, sicherzustellen, dass das Instandhaltungsprogramm die Ausbreitung von Verschleiß, der die Betriebszulassung des Luftfahrzeugs verhindern oder einfach zu einem Wertverlust auf dem Gebrauchtmärkte führen würde, verhindert.

Es muss jederzeit ein Kompromiss zwischen der von dem Betreiber geforderten kommerziellen Verfügbarkeit und der von dem Eigentümer geforderten Minimierung der Ausbreitung des Verschleißes angestrebt werden.

Die Zustandskarte ist ein Mittel, um den Verschleißzustand des Luftfahrzeugs zu beobachten, und fördert so die Koordination zwischen dem Betreiber und dem Eigentümer.

4.2.4 Zustandskarte und prädiktive Instandhaltung

Die prädiktive Instandhaltung muss in Übereinstimmung mit der Norm EN 13306 eine zustandsbasierte Instandhaltung sein, die entsprechend den aus der Analyse und Beurteilung der Parameter, die auf einen Verschleiß der Anlage hindeuten, extrapolierten Parametern durchgeführt wird.

Die Daten in der Zustandskarte sind grundlegende Informationen für die Analyse und Beurteilung, die zur prädiktiven Instandhaltung führt.

ANMERKUNG Der Begriff „prädiktive Instandhaltung“ wird für den französischen Begriff „*maintenance prévisionnelle*“ verwendet.

Die Nutzungen und die Wertverbesserung der Architektur der prädiktiven Instandhaltung werden in 4.1.2.2. und 4.1.2.3 präsentiert.

„Das Hauptziel der Instandhaltung ist die Prävention“ (nach 4.3.2).

Vor diesem Hintergrund besteht der Zweck der prädiktiven Instandhaltung darin, die Planung technischer Arbeiten auf der Grundlage des vorhersagbaren Verschleißzustands des Luftfahrzeugs durch Ableitung aus seiner spezifischen Historie (Konstruktion, Produktion, angewendete Instandhaltung, angewendete Konfiguration und Nutzung) und seiner zukünftigen Nutzung und Konfiguration nach Bild 3 zu personalisieren.

Die erwarteten Vorteile der Vorhersage des Gesundheitszustands sind:

- die Charakterisierung von genau ausreichender Arbeit für einen Anwendungsfall auf der Grundlage der Umstände (nicht notwendigerweise fest). Dies ist das MFOP-Konzept: Instandhaltungsfreier Zeitraum;
- die Gruppierung der Arbeiten entsprechend dem Zustand, um Ausfallzeiten zu minimieren und Unterbrechungen des Nutzungsplans durch zahlreiche Abschaltungen für technische Arbeiten zu vermeiden;
- Vorkehrungen für zusätzliche Arbeiten treffen, die per Definition aus geplanten Inspektionen resultieren;
- Verhindern oder Begrenzen von Verschleiß, der durch Ausbreitung entweder die Instandhaltungskosten des Betreibers erhöht oder den Wert der Anlage für den Eigentümer reduziert.

Im Fall eines Luftfahrzeugs beinhaltet die prädiktive Instandhaltung die CAMO (Continuing Airworthiness Management Organization) und den DOM (Instandhaltungsleiter) (nach 5.3.2) des Betreibers.

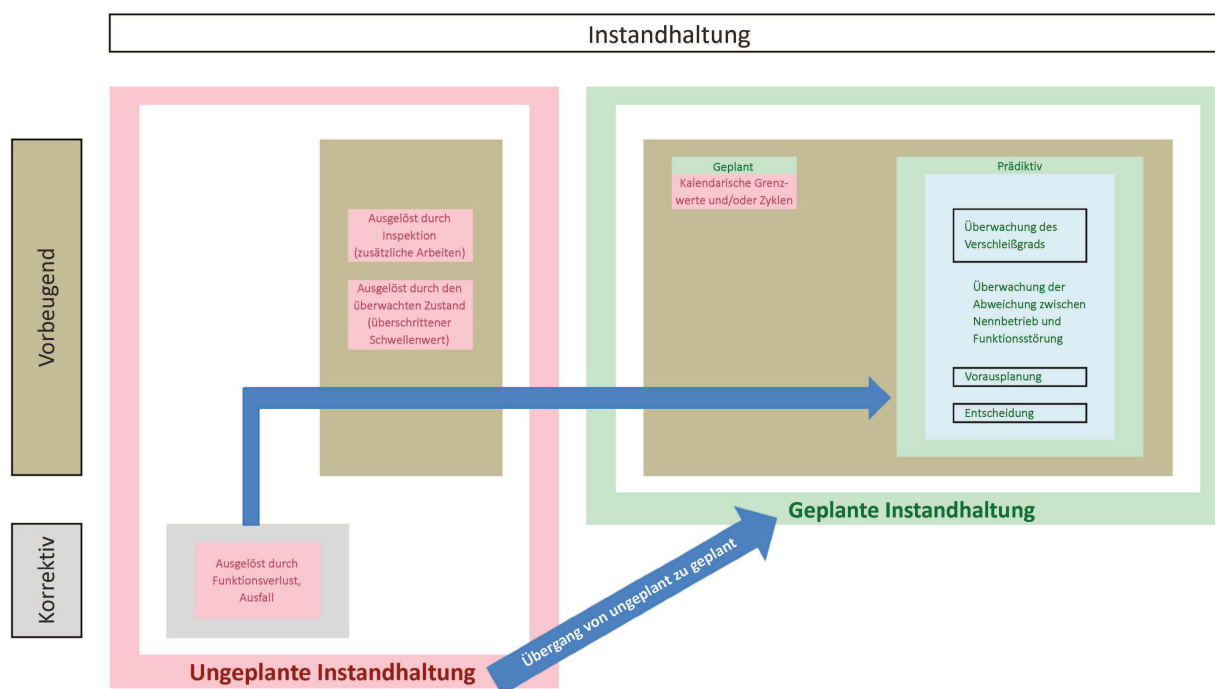


Bild 3 — Die verschiedenen Arten der Instandhaltung im Hinblick auf ungeplante oder geplante Probleme

4.3 Übersicht der technischen Dienstleistungsplanung

4.3.1 Verbindung zwischen Systemtechnik und technischer Dienstleistungsplanung

Das Management der Zustandskarte ist eine Dienstleistung. Aus diesem Grund enthält dieser Abschnitt einen Überblick über die technische Dienstleistungsplanung.

Es besteht eine enge Verbindung zwischen der technischen Produktplanung, der technischen Dienstleistungsplanung und der technischen Prozessplanung: Diese Arten der technischen Planung sind Instanzen der technischen Systemplanung.

Genauer gesagt, der Ansatz, die Grundsätze und das Vokabular der technischen Systemplanung gelten vollständig für die technische Systemplanung: Die Systemarchitekturschritte können auf die „Dienste“ angewendet werden, da die Elemente oder Komponenten der technischen Systemplanung die Organisationen sind, die die Dienste implementieren (siehe Anhang C).

4.3.2 Auf die Unterstützungsarchitektur angewendete Unternehmensarchitektur

Das Management der Zustandskarte ist ein eigenständiger Bereich, dessen Architektur geteilt werden sollte. Anhang A enthält ein Beispiel.

Die Unternehmensarchitektur ist eine systemische Ansicht des Unternehmens in Form von Komponenten. Sie dient dazu, die Komponenten des Unternehmens zu normen, um Baugruppen zu ermöglichen. Die Architekturverfahren dienen dazu, Grundsätze und ein Architektur-Rahmenwerk zu implementieren, das als „Referenz“ bezeichnet wird. Dieser Ansatz dient dazu, alle Ebenen innerhalb des Unternehmens (Tätigkeit, funktional, Anwendung, technisch usw.) mit der Strategie des Unternehmens abzustimmen. (Wikipedia Literaturhinweis).

Die Unternehmensarchitektur kann sich an eine Reihe rechtlich unabhängiger Organisationen richten.

EMPFEHLUNG — Die Unternehmensarchitektur sollte verwendet werden, um die Interaktionen zwischen unterstützenden interessierten Parteien und Unterstützungsunternehmen zu beschreiben.

In diesem Dokument wird Unterstützung als ein Bereich betrachtet, in dem verschiedene interessierte Parteien koordiniert werden und der keiner interessierten Partei gehört.

EMPFEHLUNG — Die Unterstützungsarchitektur sollte rigoros formalisiert werden, um die Konsistenz zwischen interessierten Parteien sicherzustellen.

Eine Unterstützungsdienstleistung dient im Allgemeinen dazu, die folgenden Arten von Bedürfnissen zu erfüllen:

- Optimierung der Nutzungskapazität (Verfügbarkeit, Einsatzrate usw.);
- Ausführung von Aufgaben außerhalb des Kerngeschäfts des Hauptauftragnehmers wie etwa das Management regulatorischer Beschränkungen;
- Vereinfachen der Aufgaben des Betreibers.

Eine Langzeit-Dienstleistung basiert auf einem dynamischen Prozess und ihrem Modell liegt die Unternehmensarchitektur zugrunde.

4.3.3 Modellierung der Unternehmensarchitektur

Die Zustandskarte nutzt Dienste (die in 5.2 behandelt werden) für ihr eigenes Management und wird für Dienste auf höherer Ebene (wie etwa die Zeitplanung) verwendet.

Es ist besonders wichtig, dass die Modellierung dieser Dienste Daten liefert, die die vertraglichen Verpflichtungen zwischen den interessierten Parteien sowie die Spezifikationen der Informationssysteme, die diese Dienste unterstützen, unterstreichen.

Die Dienste, die auf der Zustandskarte basieren, müssen so modelliert werden, dass sie gleichermaßen beschreibend und quantitativ sind (in Übereinstimmung mit Bild 4):

- beschreibende Modellierung (in Form von Diagrammen), die dazu dient, die Dienste eindeutig festzulegen;
- quantitative Modellierung, die dazu dient, die Ressourcen oder eine Produktion zu quantifizieren. Die quantitative Modellierung ist grundsätzlich das Ergebnis eines mathematischen Modells. Das von dem mathematischen Modell verwendete Auflösungsverfahren kann entweder formal sein (Lösung von Gleichungen) oder eine Simulation nutzen (z. B. ein stochastisches Verfahren: Durchspielen von Szenarien unter Verwendung des Monte-Carlo-Zufallsverfahrens). Im Fall der Simulation sind die erhaltenen Ergebnisse Beurteilungen, die vorsichtig unter Berücksichtigung der Konfidenzintervalle behandelt werden sollten.

Modellierung der Unternehmensarchitektur zur Kontrolle der Konstruktion und Verbesserung des Dienstes

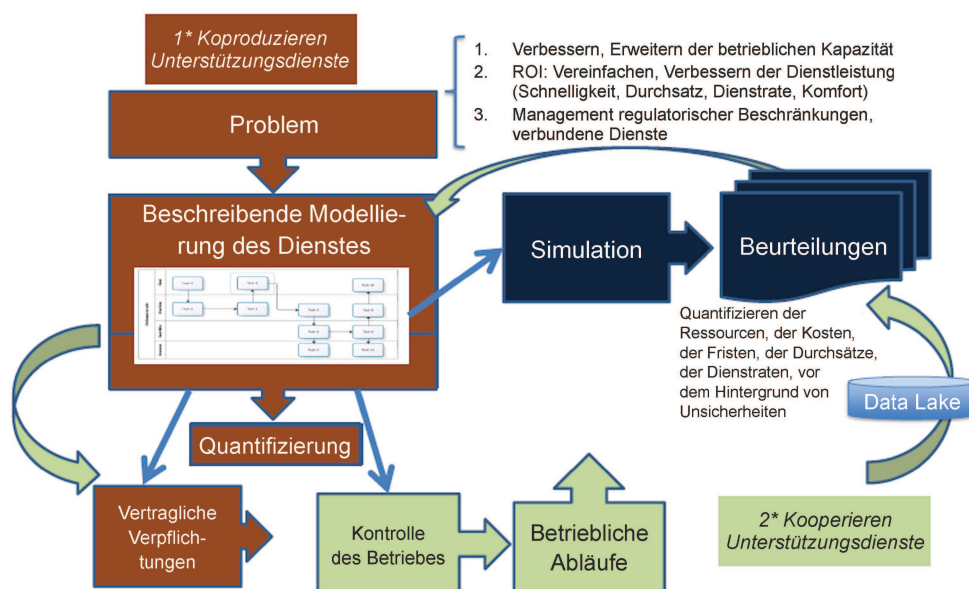


Bild 4 — Anwendungen der Modellierung der Unternehmensarchitektur

EMPFEHLUNG — Die interessierten Parteien, die die Zustandskarten-Informationen teilen werden, sollten eine robuste und zuverlässige Beschreibung der ausgetauschten Dienste vereinbaren.

4.3.4 Darstellung von Kontakt/Sichtbarkeit/Kontrolllinien

Die technische Systemplanung kann die technische Dienstleistungsplanung nutzen. „Ausgereifte“ Dienste wie etwa das Hotelgeschäft haben an dem Aufbau der Qualität der Dienste gearbeitet und die Grundsätze der drei Analyselinien aus Sicht des Kunden entwickelt (siehe Begriff der Blueprint-Dienstleistung in den Literaturhinweisen [3]):

- die Kontaktlinie (was der Kunde berühren kann);
- die Sichtbarkeitslinie (was Kunden sehen oder wahrnehmen);
- die Kontrolllinie (Zugang zu den Orten, an denen das Personal Werkzeuge findet, die es ihm ermöglichen, die Dienstleistung zu liefern).

EMPFEHLUNG — Das Management der Zustandskartensteuerung sollte diese die Fragen behandeln:

- Die Kontaktlinie: Wo wird die physische Zustandskarte aufbewahrt?
- Die Sichtbarkeitslinie: Wer wird die Daten einsehen können?
- Die Kontrolllinie: Wer wird die Daten ändern können?

Analog können die mit der technischen Systemplanung befassten interessierten Parteien als Akteure mit spezifischen Rollen und Zugang zu diesen drei Linien betrachtet werden.

Der digitale Wandel führt zu zwei wesentlichen Veränderungen:

- Er ermöglicht die Trennung der drei Linien (Kontakt, Sichtbarkeit, Kontrolle). Die Trennung dieser 3 Linien führt zu einer Explosion im Bereich der Dienste, weil es nicht länger notwendig ist, in Kontakt zu sein, um die Sichtbarkeit oder Kontrolle zu behalten (z. B. eine Online-Mietwagenwebsite). Industrielle Auftragnehmer passen sich daher an, um maximalen Wert aus diesen neuen Diensten auf der Grundlage ihrer Produkte zu schöpfen.
- Bei den Unterstützungsaktivitäten kann heute beobachtet werden, dass ihre Kosten spezifisch in Rechnung gestellt werden (berechtigterweise, da diese Kosten besonders hoch sind). In der Vergangenheit waren Informations- und Kommunikationsmanagementkosten (Stifte, Papier, Fax, Telefon usw.) nicht spezifisch, d. h. auf die direkten Kosten verteilt. Der Austausch von Informationssystemen durch interessierte Parteien ist ein weiterer Grund, die Abstimmung zwischen den Unterstützungsdiensten und ihrer Referenzgrundlage für die Dokumentation der Gestaltung sicherzustellen.

4.3.5 Verbindung zwischen Produkten und Dienstleistungen

4.3.5.1 Allgemeines

Das zentralisierte Management der Zustandskarte eröffnet neue Möglichkeiten für die Entwicklung von Diensten. Dieser Unterabschnitt enthält Bereiche für die Anpassung der auf die Dienste angewendeten technischen Systemplanung.

Bereits mit der technischen Systemplanung vertraute Personen können direkt mit 4.3.6 fortfahren.

4.3.5.2 Technische Dienstleistungsplanung in der Gestaltung einer Dienstleistung/eines Produkts

Der Ansatz der technischen Systemplanung gilt auch für Dienste.

Die technische Systemplanung wird üblicherweise auf Standardkomponenten angewendet.

Um Dienste zu entwickeln, sollte der Ansatz der technischen Systemplanung auf Organisationen angewendet werden, die zu den grundlegenden Diensten beitragen.

Der Begriff „Archetyp“ wird hier verwendet, um Standardorganisationen oder Standardgerätekomponten zu bezeichnen.

Zur Bestimmung der Archetypen bestehen drei Phasen in dem technischen Systemplanungsansatz: das Konzept der Nutzung, das Konzept des Betriebs und das Konzept der Implementierung.