



**Leitfaden zur Anwendung  
ASD S4000P  
in der Bundeswehr  
im Rahmen des CPM (nov.)-Prozesses**

B/U2AT/EA225/N3144

**Issue 1.0**

28.08.2017

Die Verfügungsrechte stehen ausschließlich dem Bund zu  
Schutzvermerk nach DIN ISO 16016 beachten

## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Einleitung .....</b>  | <b>8</b>  |
| <b>2. Zielsetzung dieses Leitfadens .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>3. Allgemeine Grundlagen zur Anwendung der ASD S4000P .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.1. Die Instandhaltung von technischen Produkten .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.2. Erstellung, Anwendung und Optimierung eines Instandhaltungskonzeptes für Produkte der Bundeswehr .....</b>            | <b>17</b> |
| <b>3.3. Lage und Vernetzung der ASD S4000P innerhalb der Spezifikationsreihe der ASD/AIA .....</b>                            | <b>21</b> |
| <b>3.4. Informationen zu Schnittstellen bei „Product Support“ und „Customer Support“ .....</b>                                | <b>23</b> |
| <b>3.5. Einführung in die internationale Spezifikation ASD S4000P .....</b>   | <b>26</b> |
| 3.5.1. Allgemeines .....  | 26        |
| 3.5.2. Berücksichtigung und Umsetzung von Rahmenvorgaben der ASD in der ASD S4000P .....                                      | 26        |
| 3.5.3. Historie und Entwicklung der internationalen Spezifikation ASD S4000P .....  | 27        |
| 3.5.4. Gegenüberstellung der Analyseverfahren nach ATA MSG-3, MIL-STD- 1843 (RCM) und ASD S4000P .....                        | 29        |
| 3.5.5. Einführung in die Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.....   | 32        |
| 3.5.6. Einführung in die Strukturanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.3. ....  | 37        |
| 3.5.7. Einführung in die Zonenanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.4. ....   | 38        |
| 3.5.8. Einführung in die „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) nach ASD S4000P Kapitel 3 .....                         | 40        |
| 3.5.9. Informationen zur projektspezifischen Umsetzung der ASD°S4000P .....   | 42        |
| <b>3.6. Reduktion / Vermeidung von Risiken durch Anwendung der ASD°S4000P im Bereich der Bundeswehr .....</b>                 | <b>43</b> |
| <b>4. Phasenbezogene Anweisungen zur Anwendung der ASD S4000P im Lebenszyklus von Produkten der Bundeswehr.....</b>           | <b>45</b> |
| <b>4.1. Die Projektphasen nach CPM (nov.) der Bundeswehr.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>4.2. Formulierung von Fähigkeitslücken und Funktionalen Forderungen (FFF) gemäß CPM (nov.) der Bundeswehr .....</b>        | <b>47</b> |
| <b>4.3. Erstellung von projektspezifischer ASD S4000P Anwendungsdokumentation .....</b>                                       | <b>48</b> |
| <b>4.4. ASD S4000P – basierte Analysen während der Realisierungsphase.....</b>  | <b>52</b> |
| 4.4.1. Die frühe Realisierungsphase nach CPM (nov.) .....   | 52        |
| 4.4.2. Die fortgeschrittene Realisierungsphase nach CPM (nov.).....   | 57        |
| 4.4.3. Die Serienreifmachung des Produkts .....   | 60        |
| 4.4.4. Zertifizierung und integrierte Nachweisführung/Einsatzprüfung der Einsatzreife des Produkts .....                      | 63        |
| <b>4.5. Bedarfsorientierte Fortschreibung von PMTR Analysegrundlagen vor und während der Nutzungsphase von Produkten.....</b> | <b>66</b> |



|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.6. Die „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) von Produkten.....</b>  | <b>68</b> |
| 4.6.1. Einleitung zum ISMO Analyseprozess .....  | 68        |
| 4.6.2. Übersicht zum ISMO Analyseprozess .....   | 73        |
| 4.6.3. Die ISMO Vorbereitungsphase .....   | 75        |
| 4.6.4. Die ISMO- Analysephase.....   | 77        |
| 4.6.5. Die ISMO- Folgephase .....  | 81        |
| 4.6.6. Rückkopplung von Betriebsdaten und Betriebserfahrung für die ISMO Analysephase und für die ISMO-<br>Folgephase .....                  | 83        |
| <b>5. Nutzung der Informationstechnologie (IT) zur Umsetzung von ASD S4000P</b>  |           |
| <b>Kapitel 2 und Kapitel 3.....</b>  | <b>85</b> |
| 5.1. Einleitung zur datenbasierten Unterstützung von Analysen nach ASD S4000P .....  | 85        |
| 5.2. Sachstand IT-Unterstützung von Analysen nach ASD S4000P, Kapitel 2 .....  | 85        |
| 5.3. Die IT Minimallösung zur Umsetzung einer Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.....   | 85        |
| 5.4. Die IT Ziellösung zur Umsetzung einer Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.....  | 89        |
| 5.5. Sachstand IT-Unterstützung von ISMO- Analysen nach ASD S4000P Kapitel 3 .....   | 90        |
| 5.6. Information zur künftigen Datenerzeugung, Datenhaltung und zum Datenaustausch auf Basis<br>der „ASD ILS Series of Specifications“ ..... | 91        |
| 5.7. Weitere Anmerkungen/Hinweise zum Thema IT .....   | 93        |
| 5.7.1. Beschaffung von Software-Tools für ASD S4000P .....   | 93        |
| 5.7.2. Fehlende logistische Datenbank nach ASD/AIA S3000L oder funktionelle Lücke(n) bei existierenden<br>LSA-Datenbanken.....               | 93        |
| <b>6. Zusammenfassung.....</b>   | <b>94</b> |
| <b>7. Referenzen .....</b>   | <b>95</b> |
| <b>8. Definitionen und Abkürzungen.....</b>  | <b>97</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>9. ANLAGEN.....</b>  | <b>102</b> |
| <b>9.1. Anwendung der ASD S4000P am Beispiel eines „Mountain Bike°Bw“.....</b>  | <b>102</b> |
| 9.1.1. Einführung in das Beispiel Systemanalyse für ein „Mountain Bike°Bw“ im Produkt-Lebenszyklus....                          | 102        |
| 9.1.2. Kurzfassung eines Analysehandbuchs (Policy and Procedure Handbook (PPH)) für das Analysebeispiel „Mountain Bike Bw“..... | 105        |
| 9.1.3. Durchführung der entwicklungsbegleitenden Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. am Beispiel Mountain Bike Bw .....  | 115        |
| 9.1.4. Beispiel zum Datentransfer mittels MTL nach der ASD S4000P Kapitel°2.2. Analyse .....                                    | 121        |
| <b>9.2. Beispiel zur Weiterführung / Ergänzung der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 in der Nutzungsphase.....</b>      | <b>123</b> |
| 9.2.1. Erläuterung der Rahmenbedingungen zum Ereignis Unfall mit „Mountain Bike Bw“ .....                                       | 123        |
| 9.2.2. Untersuchung des verunfallten Mountain Bike Bw in der Fachwerkstatt .....  | 124        |
| 9.2.3. Untersuchungsergebnis der Fachwerkstatt .....  | 124        |
| 9.2.4. Weiterführung/Überarbeitung/Ergänzung der ASD S4000P Systemanalyse durch den Hersteller.....                             | 125        |
| 9.2.5. Beispiel zum überarbeiteten Datentransfer mittels MTL infolge des Mountain Bike Bw- Unfalls .....                        | 132        |
| <b>9.3. Beispiele zum Inhaltsverzeichnis projekt-spezifischer “Policy and Procedure Handbooks (PPH).....</b>                    | <b>134</b> |
| 9.3.1. Beispiel Inhaltsverzeichnis zu PPH-Variante 1.....   | 134        |
| 9.3.2. Beispiel Inhaltsverzeichnis zu PPH-Variante 2.....   | 138        |
| 9.3.3. Beispiel Inhaltsverzeichnis zu PPH-Variante 3.....   | 142        |

## Abbildungsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Abbildung 1: Zwei Hauptkategorien der Instandhaltung .....  | 11 |
| Abbildung 2: Einflussfaktoren auf die PMTR im Lebenszyklus des Produkts.....  | 17 |
| Abbildung 3: Die Lage und Vernetzung der ASD S4000P in der aktuellen Spezifikationsreihe der ASD/AIA (Stand 03/2017) .....      | 22 |
| Abbildung 4: Vergleich MIL-STD-1843 (RCM, oben), ATA MSG-3 (unten) mit ASD S4000P Kapitel 2 (Mitte)                             | 30 |
| Abbildung 5: Die 4 Schritte der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.....  | 32 |
| Abbildung 6: Die "Top-down" Analyse-Methode der ASD S4000P Systemanalyse .....  | 33 |
| Abbildung 7: Die "Bottom-up" Analyse-Methode bei der Geräte-FMECA.....  | 34 |
| Abbildung 8: Relevanz von Funktionsfehlern und Fehlerauswirkungen in Produkt-Systemen .....                                     | 35 |
| Abbildung 9: Zentrale Stellung und Funktionen der ASD S4000P im Lebenszyklus von Produkten .....                                | 43 |
| Abbildung 10: Die Projektphasen nach CPM (nov.) der Bundeswehr (siehe Ref-002) .....  | 45 |
| Abbildung 11: Beispiel zur Kennzeichnung von Aktivitäten, die für die gesamte Realisierungsphase gem. CPM (nov.) zutreffen..... | 46 |
| Abbildung 12: Definition von Grundlagen zu FFF nach CPM (nov.) .....  | 47 |
| Abbildung 13: PPH Erstellung für die Projekt-Varianten nach Pos.1 und Pos. 3 .....  | 49 |
| Abbildung 14: PPH Erstellung für die Projekt-Variante nach Pos. 2.....  | 49 |
| Abbildung 15: Die frühe Phase der Entwicklung von Produkten für die Bundeswehr .....  | 52 |
| Abbildung 16: Frühe Einflussnahme des Engineering Support auf die Entwicklung von Produkten für die Bundeswehr .....            | 54 |
| Abbildung 17: Die fortgeschrittene Realisierungsphase und die weitere Produkt-Entwicklung.....                                  | 57 |
| Abbildung 18: Engineering Support in der fortgeschrittenen Produkt-Entwicklung .....  | 58 |
| Abbildung 19: Engineering Support Analysen und Konstruktionsänderungen am Produkt der Bundeswehr ..                             | 59 |
| Abbildung 20: Die Serienreifmachung des Produkts für die Bundeswehr .....   | 60 |
| Abbildung 21: Serienreifmachung des Produkts für die Bundeswehr und ILS Aktivitäten .....                                       | 62 |
| Abbildung 22: Die Zertifizierung des serienreifen Produkts für die Bundeswehr.....  | 63 |
| Abbildung 23: Die Qualifikation des Produkts durch die Industrie gegenüber der Bundeswehr .....                                 | 65 |
| Abbildung 24: Zeitraum Nutzungsphase des Produkts mit bedarfsorientierter Fortschreibung der PMTR .....                         | 66 |
| Abbildung 25: Optimierung der Instandhaltung / Materialerhaltung für das Produkt der Bundeswehr .....                           | 69 |
| Abbildung 26: Einsparungsprinzip beim Produkt-Instandhaltungsaufwand durch Anwendung von ISMO Prozessen .....                   | 70 |
| Abbildung 27: Die 3 Phasen des ISMO Prozesses und deren Verbindungen untereinander .....  | 73 |
| Abbildung 28: Die Ersterstellung eines Anfangsinstandhaltungsprogramms für ein Produkt mit nachfolgender Optimierung .....      | 74 |
| Abbildung 29: Beispiellogik eines PPH zur ISMO Vorbereitungsphase .....   | 76 |
| Abbildung 30: Beispiellogik eines PPH zur ISMO Analysephase .....   | 78 |
| Abbildung 31: Ablaufprinzip der ISMO-Einzeltask-Analyse .....   | 79 |
| Abbildung 32: Beispiellogik eines PPH zur ISMO Folgephase (Follow-up Phase).....  | 82 |

Abbildung 33: Beispiel MS Excel Analyseblatt für Schritt 1 der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 ..... 86

Abbildung 34: Beispiel MS Excel Analyseblatt für Schritt 2 der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 ..... 87

Abbildung 35: Beispiel MS Excel Analyseblatt für Schritt 3 der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 ..... 87

Abbildung 36: Beispiel MS Excel Analyseblatt für Schritt 4 der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 ..... 88

Abbildung 37: Datenaustausch zwischen ASD S4000P, ASD/AIA S3000L und All/ASD S1000D ..... 91

Abbildung 38: PMTR Datenerzeugung, -prüfung und -austausch ..... 92

**ANLAGEN**

Anlage Abbildung 39: Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2.2. während der Mountain Bike Bw Realisierung ..... 103

Anlage Abbildung 40: Aktualisierung der Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2.2. während der Mountain Bike Bw Nutzung..... 104

Anlage Abbildung 41: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ansicht von vorne links ..... 106

Anlage Abbildung 42: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ansicht von hinten links ..... 106

Anlage Abbildung 43: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Überblick der Hauptkomponenten ..... 107

Anlage Abbildung 44: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Vorderrad Hydraulikbremse..... 107

Anlage Abbildung 45: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Bauzustand Vorderrad Hydraulikbremse..... 108

Anlage Abbildung 46: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 1 ..... 115

Anlage Abbildung 47: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 2 ..... 117

Anlage Abbildung 48: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 3 ..... 119

Anlage Abbildung 49: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 4 (5 von 5)..... 120

Anlage Abbildung 50: MTL Datentransfer von ASD S4000P zu ASD/AIA S3000L nach der Kapitel 2.2. - Analyse ..... 122

Anlage Abbildung 51: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Befundergebnisse der Unfalluntersuchung ..... 124

Anlage Abbildung 52: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung der System-FMEA nach der Unfalluntersuchung ..... 126

Anlage Abbildung 53: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 3 nach der Unfalluntersuchung ..... 127

Anlage Abbildung 54: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 4 (1 von 3) ... 128

Anlage Abbildung 55: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 4 (2 von 3) ... 129

Anlage Abbildung 56: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 4 (3 von 3) ... 130

Anlage Abbildung 57: Update MTL Datentransfer von ASD S4000P zu ASD/AIA S3000L nach dem Mountain Bike Bw Unfall..... 132

## Vorwort

*Für alle Leser/Anwender dieses Leitfadens soll mit Kapitel 3 Hintergrundinformation bereitgestellt sowie die Historie und das Potential der Spezifikation ASD S4000P erläutert werden. Es beinhaltet eine allgemeine Einführung in den Themenkomplex der planmäßig, vorbeugenden Instandhaltung von technisch komplexen Produkten.*

*Das Kapitel 4 ist das zentrale Kapitel dieses Leitfadens. Es befasst sich mit der Bundeswehr-spezifischen Anwendung der ASD S4000P Issue 1.0 (siehe Ref-001) und gibt Anweisung zur projektspezifischen Umsetzung.*

*Kapitel 5 enthält Informationen zur Umsetzung der Analyseverfahren nach ASD S4000P im Rahmen der Informationstechnologie (IT).*

*In Kapitel 9 befinden sich die Anlagen zu diesem Leitfaden mit praxisnahen Beispielen und Vorlagen, welche das Verständnis und die Umsetzung der Spezifikation ASD S4000P in der Bundeswehr unterstützen und erleichtern sollen.*

*Verantwortlichkeit und Fortschreibung:*

*Für die Erstellung und Fortschreibung dieses Leitfadens nebst Anlagen ist LogKdoBw Abt Planung III 2 zuständig. Verbesserungs- und Ergänzungsvorschläge zu diesem Leitfaden sind formlos an LogKdoBw Abt Planung III 2 SG S3000L/S4000P zu übermitteln.*

**LoNo:**

[logkdobwabtplanungiii2sgs3000ls4000p@bundeswehr.org](mailto:logkdobwabtplanungiii2sgs3000ls4000p@bundeswehr.org)

*Es ist vorgesehen, diesen Leitfaden nach einer Erprobungsphase von bis zu einem Jahr entsprechend weiter zu entwickeln (ggf. update) und entsprechend in das Regelungsmanagement der Bundeswehr zu überführen.*

*Dank gilt allen Beteiligten, sowohl seitens der Industrie als auch der verschiedenen Dienststellen der Bundeswehr, die bei der Erstellung dieses Leitfadens mitgewirkt haben.*

## 1. Einleitung

Im Rahmen der Beschaffung und des Betriebs von langlebigen und technisch komplexen militärischen Produkten bzw. Waffensystemen durch die Bundeswehr wird vorausgesetzt, dass diese den geltenden Anforderungen im Hinblick auf Verkehrssicherheit, Arbeitssicherheit und Umweltschutz genügen. Zusätzlich rücken aufgrund von begrenzten Budgets die Verfügbarkeits- und Kostenaspekte während der Nutzung dieser Produkte immer mehr in den Fokus der Bundeswehr. Je langlebiger und technisch komplexer ein Produkt ist, desto mehr tragen erfahrungsgemäß die Kosten für Betrieb und Instandhaltung zu den Lebenszykluskosten bei (Life Cycle Cost = LCC).

Das Erreichen und die Einhaltung der genannten Anforderungen bei gleichzeitiger Minimierung der LCC sind wesentliche Entscheidungskriterien im Beschaffungsprozess der Bundeswehr. Aus diesem Grund bekommt auch der Aspekt der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltung und der Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz des Produktes einen zentralen Stellenwert.

Planmäßige, vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen müssen im Einklang mit etwaigen produktintegrierten Prüf- und Testeinrichtungen festgelegt werden, um unnötigen Mehraufwand während der Instandhaltung zu vermeiden. Es gilt, ein wirksames und effektives Komplettpaket aus planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit Durchführungsintervallen zu definieren, wobei sicherzustellen ist, dass jede Einzelmaßnahme wirkungsvoll, nachvollziehbar und begründet ist.

Bereits in sehr frühen Phasen eines Beschaffungsprojekts ist in enger Kooperation zwischen zuständigen Entwicklungsbereichen (Product Engineering), involvierten Zulieferern und unterstützenden Fachbereichen (das sog. Support Engineering) sicherzustellen, dass das Produkt bereits instandhaltbar konstruiert wird. Sofern planmäßige vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen nicht anwendbar, nicht wirksam und/oder nicht effektiv sind, muss so früh wie möglich eine Klärung mit der/den zuständigen Konstruktionsabteilung(en) erfolgen. Nur so kann das Produktdesign bei Bedarf noch mit vertretbarem Kosten- und Zeitaufwand verändert/beeinflusst werden.

Erst in weiterer Folge schließen sich weiterführende Analyseprozesse im Rahmen der „Logistic Support Analysis“ (LSA) für die ermittelten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen an (siehe Ref-018, Leitfaden zur Anwendung der internationalen Spezifikation A/A/ASD S3000L in der Bundeswehr). Auf diese LSA-Analyseergebnisse stützen sich Folgeaktionen im Rahmen des „Integrated Logistic Support“ (ILS).

Nach dem Start der Nutzungsphase eines Produkts ist die Zufriedenheit der Bundeswehr entscheidend davon abhängig, wie gut die Instandhaltbarkeit und die Unterstützbarkeit des Produkts im realen Betrieb/Einsatz funktioniert. Zur Überprüfung und Sicherstellung der kontinuierlichen Wirksamkeit des Pakets aus planmäßigen vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen ist ein Optimierungsprozess erforderlich.

Mit dem Prozess „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) sind die einzelnen vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen mit ihren Durchführungsintervallen unter Berücksichtigung der Betriebs- und Testerfahrung kontinuierlich zu überprüfen, anzupassen, zu ersetzen und/oder zu streichen.

Zur erstmaligen Herleitung sowie der nachfolgenden Optimierung der vorbeugenden Instandhaltung eines technisch komplexen Produkts hat die Organisation „AeroSpace and Defence Association of Europe“ (ASD) die internationale Spezifikation ASD S4000P entwickelt und publiziert. Die ASD S4000P wird in diesem Leitfaden für die Anwendung in der Bundeswehr erläutert und präzisiert. Dabei werden einschlägige Dokumente der Bundeswehr berücksichtigt und relevante Schnittstellen aufgezeigt.

## 2. Zielsetzung dieses Leitfadens

Dieser Leitfaden zur Anwendung der internationalen Spezifikation ASD S4000P (siehe Ref-001) in der Bundeswehr unterstützt die Umsetzung des folgenden zentralen Erlasses der Bundeswehr:

**Customer Product Management (nov.)  
Verfahren für die Bedarfsermittlung, Bedarfsdeckung und Nutzung in der Bundeswehr  
(siehe Ref-002)**

Mit dem CPM (nov.) hat die Bundeswehr ein novelliertes Beschaffungsverfahren zur bedarfsgerechten Ausstattung der Truppe eingeführt, bei dem eine enge Zusammenarbeit zwischen Bundeswehr und Wirtschaft/Industrie vorgesehen ist (siehe Ref-002, Kapitel 2, Abschnitt 214)

Die enge Zusammenarbeit ist zur Erreichung der im Dokument CPM (nov.) gesetzten Ziele und Forderungen erforderlich, die den gesamten Lebenslauf von technischen Produkten umfassen.

Die/der zuständige Projektleiterin/Projektleiter (PL) wird mit diesem Leitfaden in die Lage versetzt, die Wirtschaft/Industrie mit S4000P-bezogenen Mindestleistungen sowie bedarfsweisen Zusatzleistungen zu beauftragen und zu überwachen. Dieser Leitfaden unterscheidet die erforderlichen Aktivitäten je nach Projektphase. Der Leitfaden soll die gegenseitige Kommunikation an der Schnittstelle zwischen Bundeswehr und Industrie verbessern und gleichzeitig die internen Prozesse auf beiden Seiten unterstützen. Dieser Leitfaden unterstützt die/den verantwortliche(n) PL bei der/den

- künftigen Neuentwicklungen von militärischen, technisch komplexen Produkten,
- Modifikationen, Umrüstungen und Nachrüstungen von bereits existierenden komplexen technischen Produkten,
- Optimierung der Instandhaltung von komplexen technischen Produkten, welche bereits existieren und betrieben werden.

Seitens der „AeroSpace and Defence Industries Association of Europe“ wurden ASD Spezifikationen, unter Mitwirkung von deutschen Spezialisten sowie von internationalen Experten aus verschiedenen Industriezweigen in den Themenbereichen „Engineering Support“ und „Integrated Logistic Support“ ILS für ein Produkt, erstellt und veröffentlicht. Alle ASD Spezifikationen unterliegen der ständigen Pflege und Weiterentwicklung.

Projektspezifische Umsetzungen dieser ASD Spezifikationen unterstützen die Umsetzung des o.a. Erlasses der Bundeswehr CPM (nov.)

Die Spezifikation ASD S4000P Issue 1.0 (Ref-001) ist ein Verfahren zur analytischen Herleitung und laufenden Optimierung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen für Produkte.

Die beschriebenen Analyseverfahren der ASD S4000P finden im gesamten Lebenszyklus des Produkts mit folgenden Hauptzielen statt:

- Zeitgerechte Beeinflussung der Konstruktion (sofern in den Analyseergebnissen als erforderlich identifiziert),
- Sicherstellung des sicheren und mit gültigen Gesetzen/Vorgaben konformen Betrieb des Produkts,
- Erreichung der geforderten/gewünschten Verfügbarkeit im späteren Betrieb des Produkts,
- Erreichung der gesetzten Vorgaben/Ziele im Rahmen der geplanten Lebenszykluskosten (Life Cycle Cost = LCC).

Die genannten Hauptziele werden über die nachvollziehbare Herleitung von „Forderungen von anwendbaren und effektiven vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen“ (in der ASD S4000P als „Preventive Maintenance Task Requirements“ = PMTR bezeichnet) erreicht.

Die ASD S4000P beinhaltet folgende zwei grundsätzliche Analysemethoden:

- Die Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2 der Spezifikation ermöglichen die strukturierte und nachvollziehbare Herleitung von PMTR und deren planmäßige Durchführungsintervalle für technisch komplexe Produkte.
- Die Analysen nach ASD S4000P Kapitel 3 der Spezifikation ermöglichen die Optimierung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen /PMTR insbesondere während der Nutzungsphase von Produkten unter Einbeziehung von Betriebserfahrungen und unter Berücksichtigung des aktuellen Standes der Analysetechnik.

Die Analysen nach ASD S4000P und die daraus resultierenden Ergebnisse beeinflussen also maßgeblich die Zulassungsfähigkeit/Verkehrssicherheit, die erreichbare Verfügbarkeit für Missionen/Operationen sowie die „Life Cycle Cost“ (LCC) aller Arten von technisch komplexen Produkttypen (zu Lande, unterhalb des Erdbodens, auf dem Wasser, unter Wasser, in der Luft oder auch außerhalb der Erdatmosphäre).

Folgende Projektelemente (PE), für welche die Projektleiter (PL) gemäß CPM (nov.) zuständig sind, sind durch die projektbezogene Anwendung der ASD S4000P unmittelbar betroffen (siehe Ref-002, Seiten 56 und 57):

- PE Logistik (siehe Ref-003 und Ref-004): Die Festlegung von PMTR mit regelmäßig wiederkehrenden Durchführungsintervallen bildet die maßgebliche Grundlage für die planmäßige Instandhaltung des betroffenen Produkts in dessen Nutzungsphase. Damit sind die LCC direkt betroffen.
- PE Arbeitssicherheit: Eine nachvollziehbare Teilmenge der PMTR dient dazu, mögliche Fehlerursachen für sicherheitsrelevante Funktionsfehler am Produkt rechtzeitig zu erkennen, zu verzögern und/oder vorbeugend zu beseitigen damit keine Personen im Rahmen der Instandhaltung zu Schaden kommen.
- PE Verkehrssicherheit: Eine nachvollziehbare Teilmenge der PMTR dient dazu, mögliche Fehlerursachen für sicherheitsrelevante Funktionsfehler am Produkt während Mission und/oder Betrieb des Produkts rechtzeitig zu erkennen, zu verzögern und/oder vorbeugend zu beseitigen, damit dessen sichere Nutzung gewährleistet ist.
- PE Umweltschutz: Eine nachvollziehbare Teilmenge der PMTR dient dazu, mögliche Fehlerursachen für sicherheitsrelevante Funktionsfehler am Produkt während Mission und/oder Betrieb des Produkts rechtzeitig zu erkennen, zu verzögern und/oder vorbeugend zu beseitigen, damit keine umweltrelevanten Folgeschäden und/oder keine Gesetzesverstöße eintreten.

Die Auswirkung von Analysearbeiten nach ASD S4000P einschließlich der Einflüsse auf die Konstruktion von Produkten sowie die resultierenden PMTR Ergebnisse sind folglich weitreichend. Daher ist es erforderlich, dass die Verfahren der Spezifikation ASD S4000P passend zur jeweiligen Projektphase korrekt und zeitgerecht umgesetzt werden.

Die Ergebnisse aus den ASD S4000P-Analysen fließen in Datenform in die weitere logistische Planung der LSA gemäß ASD S3000L (siehe Ref-014) zur nachfolgenden Umsetzung in logistische Liefergegenstände ein, die für Betrieb und Instandhaltung des Produkts erforderlich sind. Hierfür verfolgt die Spezifikationsreihe des ASD einen datenbasierten integrierten Ansatz.

### 3. Allgemeine Grundlagen zur Anwendung der ASD S4000P

#### 3.1. Die Instandhaltung von technischen Produkten

##### Die beiden tragenden Säulen der Produkt-Instandhaltung

Zu Beginn dieses Leitfadens soll zunächst ein gemeinsames Verständnis zum Thema „Instandhaltung eines technischen Produkts“ erzielt werden.

Für technische Produkte mit längerer Lebensdauer ist Instandhaltung im Lebenszyklus unumgänglich.

Instandhaltung wird an einigen Produkten bereits vor Auslieferung an die Bundeswehr –teilweise schon begleitend zum Fertigungsprozess- erforderlich. Die Notwendigkeit einer derartigen Instandhaltung tritt insbesondere bei langen Fertigungsprozessen und/oder langen Lagerphasen vor Auslieferung eines Produkts ein.

Folgende Hauptkategorien von Instandhaltungsmaßnahmen werden bei der Instandhaltung technischer Produkte unterschieden:

- Planmäßige, vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen,
- Außerplanmäßige, korrektive Instandhaltungsmaßnahmen.

Nachfolgende Abbildung zeigt diese beiden tragenden und voneinander abhängigen Säulen der Instandhaltung mit ausgewählten Einflussfaktoren und Ursachen, auf die sich die einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen begründen:

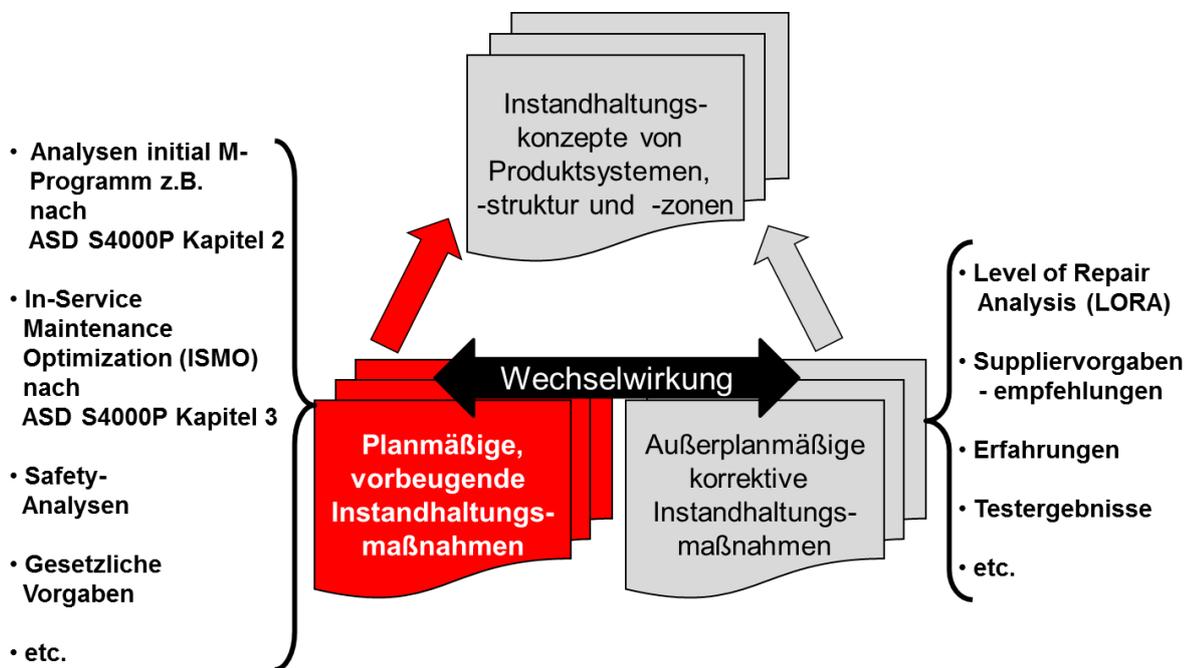


Abbildung 1: Zwei Hauptkategorien der Instandhaltung

Planmäßige, vorbeugende und außerplanmäßige, korrektive Instandhaltungsmaßnahmen bilden zusammen die Instandhaltungskonzepte der Systeme, der Struktur und der Zonen eines Produkts. Beide Hauptkategorien der Instandhaltung stehen in folgender gegenseitiger Wechselwirkung zueinander.

Sofern die planmäßigen, vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen korrekt, effektiv und komplett sind, profitiert die außerplanmäßige, korrektive Instandhaltung davon.

Dies resultiert in einem sinkenden Instandhaltungsaufwand und die steigender Verfügbarkeit des Produkts bei gleichzeitiger Reduktion der Instandhaltungs- und Lebenszykluskosten (LCC). Umgekehrt gilt der beschriebene Zusammenhang analog.

Anmerkung:

Die planmäßige Instandhaltung eines komplexen Produkts lässt sich erfahrungsgemäß z.B. aus Gründen der technischen Komplexität, aus Gewichtsgründen bei Integration von integrierten Überwachungs- und Testsystemen, wegen äußerer Einwirkungen etc. nicht vollständig durch Datenerfassung und deren Auswertung ersetzen (Stichwort: Digitalisierung im Rahmen Industrie 4.0).

**Die planmäßige, vorbeugende Instandhaltung eines technischen Produkts**

Die planmäßige, vorbeugende Instandhaltung dient zur rechtzeitigen Entdeckung und/oder Beseitigung potentieller Ursachen von Funktionsfehlern und/oder negativer äußerer Einwirkungen im/am Produkt.

Die Ursachen von Funktionsfehlern in der Nutzungsphase können technische Ausfälle von technischen Bestandteilen des Produkts (Bauteilversagen) oder des kompletten Produkts sein, welche durch Fehlerursachen wie inhärentes Bauteilversagen und/oder durch eine externe Beschädigung verursacht werden.

Inhärentes Bauteilversagen entsteht durch Schädigungsprozesse auf physikalischer und/oder chemischer Grundlage, die ein Bauteil physikalisch/chemisch fortlaufend schädigen. Das Ausfallverhalten ist je nach Bauteil unterschiedlich und reicht vom spontanen Totalausfall bis hin zur „gutmütigen Ankündigung von Toleranzänderungen“ und dem Eintritt einer Fehlfunktion bei Toleranzüberschreitung.

Externe Beschädigungsfaktoren für ein Bauteil eines Produkts sind

- Umwelteinflüsse,
- Missionsbedingte physikalische, chemische, biologische Einflüsse,
- Beschädigungsgefahren z.B. durch äußere mechanische Einwirkung während der Nutzung und/oder Instandhaltung.

Technisch komplexe Produkte unterliegen spätestens nach den Lebenszyklus-Phasen Entwicklung, Produktion und Indienststellung bzw. Inbetriebnahme der planmäßigen Instandhaltung mit vordefinierten, wiederkehrenden Intervallen in der Nutzungsphase („In-Service-Phase“).

In der Nutzungsphase finden auch Phasen der Lagerung bzw. Nutzungsunterbrechungen statt, die je nach Einzelfall ebenfalls mit effektiver planmäßiger Instandhaltung abzudecken sind (z.B. im Zusammenhang mit umfangreichen und lange andauernden Ein- und Umrüstungen auf Industrieneiveau oder infolge langer Lagerphasen). In diesen Fällen liegt häufig eine Abweichung vom Standardnutzungsszenario des Produkts vor, welches bei der Maßnahmen- und Intervallfestlegung zu berücksichtigen ist.

Für die planmäßige Instandhaltung von Produkten in der Nutzungsphase gilt:

- Sicherstellung und Aufrechterhaltung der zulassungsrelevanten Betriebssicherheit,
- Erfüllung gesetzlicher Auflagen einschließlich Umweltauflagen (z.B. Lärmemission),
- Erreichung der (spezifizierten bzw. von der Bundeswehr erwarteten) Verfügbarkeit für Missionen / Einsätze,
- Erreichung der (spezifizierten bzw. von der Bundeswehr erwarteten) Wirtschaftlichkeitsziele im Zusammenhang mit den Lebenszykluskosten LCC).

Zur Erreichung der genannten Forderungen und Vermeidung angesprochener Risiken sind anwendbare und effektive PMTR zu bestimmen und festzulegen.

PMTR mit planmäßigen Intervallen können nach folgenden 3 Prinzipien abgeleitet bzw. bestimmt werden:

- **Prinzip 1:** Definition von PMTR mit Intervallen auf Basis der Historie der Betriebserfahrungen mit ähnlichen / vergleichbaren zivilen Produkten und/oder Produkten der Bundeswehr (auch anderer Nationen).
- **Prinzip 2:** Durchführung einer systematischen Instandhaltungsanalyse, welche die PMTR mit ihren Intervallen nachvollziehbar herleitet.
- **Prinzip 3:** Eine Mischform aus Prinzip 1 und Prinzip 2.

**Prinzip 1** ist z.B. für "Familien" von Produkten sinnvoll und anwendbar, deren technischer Änderungsumfang von einem Modell zum nächsten Modell in der Regel vergleichsweise gering ist und deren Betriebssicherheit und Konformität mit Gesetzen/Umweltauflagen hinreichend nachgewiesen ist.

Beispiel:

Umbau der Kabinenausstattung bei einem Landfahrzeug.

**Prinzip 2** ist dann anzuwenden, wenn z.B. komplette Neuentwicklungen von Produkten mit umfassender Abweichung von bisher bekannten und angewandten Technologien vorliegen.

Beispiel:

Entwicklung einer neuen Generation eines Kampfflugzeuges.

**Prinzip 3** stellt eine Mischung aus Erfahrungsübertragung und Neuanalysen dar.

Dieses Prinzip ist erfahrungsgemäß häufig anzutreffen.

Beispiele:

Weiterentwicklungen von bestehenden, schon zugelassenen Luftfahrzeugen (Varianten), im Schiffsbau, bei einer Energieanlage etc.

Die planmäßige, vorbeugende Instandhaltung enthält zwei unterschiedliche Typen von Instandhaltungsmaßnahmen:

Maßnahmentyp 1:

Planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen, die vor Ablauf eines vorgeschriebenen Durchführungsintervalls zu beauftragen und abzuarbeiten sind. Dabei gibt es planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen, die ab dem Start der Nutzungsphase des Produkts ein festes, wiederkehrendes Durchführungsintervall besitzen. Es gibt auch planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen, die erst nach Ablauf eines initialen Intervalls mit einem festen, wiederkehrenden Durchführungsintervall zu beauftragen sind. Solche initialen Intervalle bilden eine erste Intervall-Hürde, die bei Beauftragung der Instandhaltungsmaßnahme zu berücksichtigen ist. Diese Intervall-Hürden werden als „interval threshold“ bezeichnet.

Maßnahmentyp 2:

Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen, welche kein festes, wiederkehrendes Durchführungsintervall besitzen. Solche Instandhaltungsmaßnahmen oder Maßnahmenpakete werden erst nach Eintritt eines Sonderereignisses ausgelöst und zur Durchführung fällig (z.B. nach harter Landung oder nach Eintritt eines Blitzschlages bei Luftfahrzeugen)

PMTR mit planmäßigem Durchführungsintervall besitzen unterschiedliche Intervalltypen, je nachdem welcher Schädigungsmechanismus der Instandhaltungsmaßnahme zugrunde liegt.

PMTR können mit einem kalendarischem Intervall und/oder mit einem nutzungsbedingten Intervall festgelegt werden.

Es gibt also auch PMTR für die eine gleichzeitige Festlegung beider Intervalltypen sinnvoll und erforderlich ist. Je nachdem welcher Schädigungsmechanismus stärker wirkt bzw. ausgeprägt ist, löst die Fälligkeit des PMTR zur Durchführung als erstes aus. Auf diese Weise können gleichzeitig unterschiedliche Nutzungsbedingungen besser abgedeckt werden

Die Festlegung notwendiger planmäßiger, vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen für ein bestimmtes Produkt muss immer unter Berücksichtigung der Ausprägung, Aussagekraft und Qualität der produkt-integrierten Datenerfassung mittels „Health- and Condition Monitoring System(s)“ sowie deren Datenauswertung und der resultierenden Aussagekraft der Ergebnisse erfolgen.

### **Die außerplanmäßige, korrektive Instandhaltung eines technischen Produkts**

Außerplanmäßige Instandhaltungsmaßnahmen folgen keinem vordefinierten planmäßigen Durchführungsintervall.

Sie finden erst nach planmäßiger Inspektion, Befundung oder nach dem Eintritt eines Schadens oder einer Fehlfunktion statt, wenn zulässige Toleranzgrenzen über- bzw. unterschritten sind.

Um außerplanmäßige Instandhaltungsmaßnahmen beauftragen, einleiten und durchführen zu können, muss zunächst einmal ein Befund oder eine Beanstandung festgestellt und dokumentiert worden und das Ergebnis nach Bewertung durch das zuständige Fachpersonal als unzulässig eingestuft worden sein:

Auslöser für außerplanmäßige Instandhaltungsmaßnahmen sind

- Befunde bzw. Beanstandungen infolge der vorherigen Durchführung planmäßiger, vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen, welche außer der zulässigen Toleranz eingestuft sind,
- Bestätigte Fehler- Ausfallmeldung(en) von integrierten "Health- and Condition Monitoring Systems".

Zum Zweck der Planung und Herstellung notwendiger logistischer Liefergegenstände (z.B. Technische Dokumentation, Prüfgerät etc.) zur Durchführung außerplanmäßiger Instandhaltungsmaßnahmen werden im Rahmen des Integrated Logistic Support Prozesses (ILS) und der „Logistic Support Analysis“ (LSA) statistisch basierte Ausfallwahrscheinlichkeiten kalkuliert.

Die internationale Spezifikation ASD S3000L (siehe Ref-014) beschreibt alle relevanten Prozesse zur Erfassung und Erstellung aller im Zusammenhang mit außerplanmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen erforderlichen Daten.

Die projektspezifische Umsetzung der ASD S3000L für den Bereich der Bundeswehr ist in einem weiteren Anwendungsleitfaden beschrieben (siehe Ref-018).

Während der Nutzungsphase von Produkten sind auch die ursprünglichen (meist theoretischen) Annahmen zu den außerplanmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen parallel über die praktischen Erfahrungen und der Auswertung von Betriebsdaten zu optimieren.

### **Verfügbare bzw. auswählbare Typen von Instandhaltungsmaßnahmen**

Nach DIN 31051 (siehe Ref-010) und DIN EN 13306 (siehe Ref-011) gliedern sich die Instandhaltungsmaßnahmen in drei Hauptkategorien

- Wartungsmaßnahmen,
- Inspektionen/Funktionsprüfungen,
- Reparaturen, Teileaustausch, Überholung, Modifikation.

Jeder dieser drei Hauptkategorien beinhaltet seinerseits eine Vielzahl einzelner Typen von Instandhaltungsmaßnahmen, welche im Kapitel 2 der ASD S4000P über vorgegebene Entscheidungs- und Auswahllogiken definiert werden.

Beispielsweise untergliedern sich Wartungsmaßnahmen in folgende Maßnahmentypen:

- Reinigung,
- Schmiermaßnahmen,
- Betriebsmittelergänzung,
- Justiermaßnahmen,
- Kalibrieren,
- Konservieren,
- etc.

Einzelne Typen von Instandhaltungsmaßnahmen können sowohl als planmäßige, vorbeugende als auch als außerplanmäßige, korrektive Instandhaltungsmaßnahmen festgelegt bzw. erforderlich werden.

#### Beispiel:

Der Teileaustausch kann sowohl planmäßig nach Ablauf eines Intervalls, als auch außerplanmäßig als korrektive Instandhaltungsmaßnahme erfolgen.

Einzelne Typen von Instandhaltungsmaßnahmen sind entweder nur im Rahmen der außerplanmäßigen, korrekiven Instandhaltung (Beispiel: Reparaturen) oder nur im Rahmen der planmäßigen Instandhaltung (Beispiel: Modifikation) zutreffend.

#### Anmerkung:

Die Summe aller gültigen, für ein Produkt vorgeschriebenen planmäßigen, vorbeugend durchzuführenden Instandhaltungsmaßnahmen, sollte aufgrund der o.a. Ausführungen konsequent als „Instandhaltungsprogramm“ bezeichnet werden. Historisch bedingt wird dieses Maßnahmenpaket jedoch häufig als „Wartungsprogramm“ bezeichnet (insbesondere in der Luftfahrt), wobei es über reine Wartungsmaßnahmen hinausgeht.

### 3.2. Erstellung, Anwendung und Optimierung eines Instandhaltungskonzeptes für Produkte der Bundeswehr

Das Instandhaltungsprogramm für ein technisch komplexes Produkt der Bundeswehr entsteht auf der Basis eines Instandhaltungskonzeptes (siehe Ref-004 Anlage 3 (PLK)). Das Instandhaltungsprogramm enthält alle gültigen und planmäßig wiederkehrenden sowie alle vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen nach Eintritt besonderer Ereignisse für die Nutzungsphase eines Produkts. Alle Bauzustands-Varianten des Produkts sind mit diesem Dokument bzw. Datensatz abzudecken. Dabei können bei Bauzustandsunterschieden und/oder Unterschieden im Nutzungsszenario beim gleichen Typ eines Produkts unterschiedliche Instandhaltungsmaßnahmen und/oder Durchführungsintervalle im Instandhaltungsprogramm gefordert sein.

Vor der Festlegung von endgültigen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen müssen zunächst

#### Forderungen von anwendbaren und effektiven vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen (Preventive Maintenance Task Requirements (PMTR))

sowohl auf analytischer Basis ermittelt als auch auf Grundlage von nachvollziehbaren und berechtigten Forderungen zusammengestellt werden. Die PMTR müssen konsolidiert und harmonisiert werden, bevor sie dann in geeignete Maßnahmenpakete im Instandhaltungsprogramm zusammengefasst werden.

Die Annahmen, die während der analytischen Herleitung und/oder andersartiger Bestimmung von PMTR gemacht werden, werden in der realen Nutzungsphase des Produkts nicht immer vollständig bestätigt. Es ist auch der laufende Fortschritt in der Instandhaltungstechnologie und der Stand der Technik allgemein zu berücksichtigen. Dies erfordert eine regelmäßige Überprüfung und bedarfsweise Anpassung der PMTR mit den planmäßigen Durchführungsintervallen während der Nutzungsphase eines Produkts. Auf der Basis von Betriebserfahrung können die einzelnen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen des Instandhaltungsprogramms mit dem In-Service Maintenance Optimization (ISMO) Prozess optimiert werden (siehe Ref-001, ASD S4000P, Kapitel 3).

Die nachfolgende Abbildung zeigt entscheidende Einflussfaktoren auf die einzelnen PMTR sowie die daraus resultierenden planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen im Lebenszyklus des Produkts:

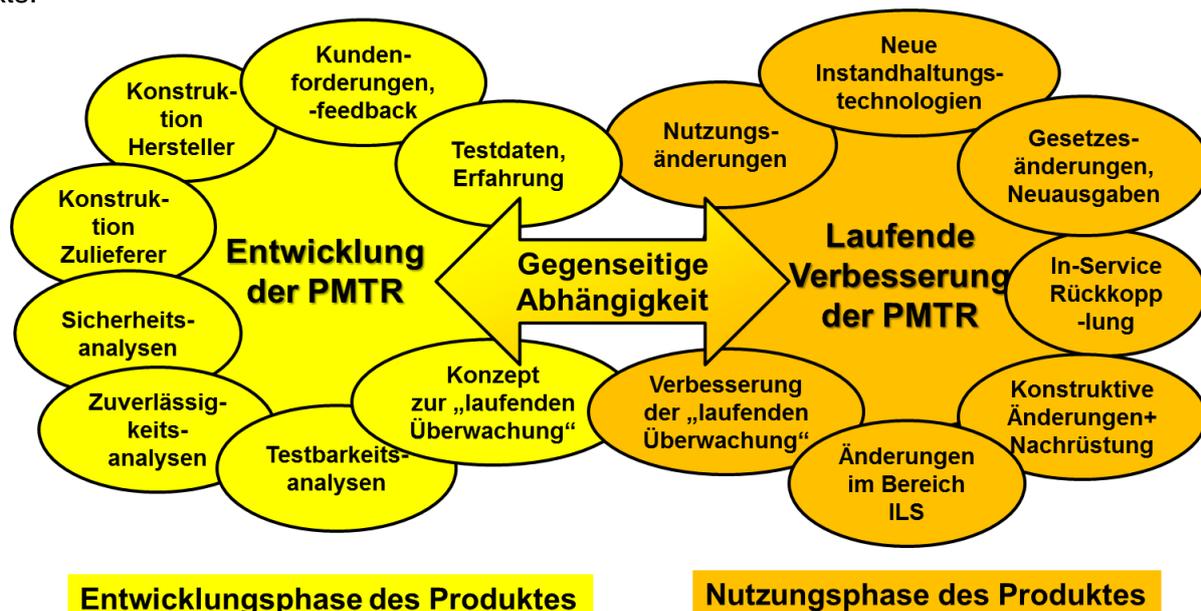


Abbildung 2: Einflussfaktoren auf die PMTR im Lebenszyklus des Produkts

Der Prozess von der Entwicklung der PMTR über die Erstellung des gültigen Instandhaltungsprogrammes und dessen Umsetzung bis hin zu dessen Überprüfung und Optimierung im Lebenszyklus des Produkts ist in den folgenden Schritten beschrieben:

### **Schritt 1:**

#### **Die initiale Entwicklung und Konsolidierung von Preventive Maintenance Task Requirements (PMTR):**

Die erstmalige Herleitung und/oder Definition von PMTR für das Produkt findet begleitend zu dessen Entwicklung, Fertigung und Auslieferung vor Eintritt in die Nutzungsphase (Nu) statt.

PMTR werden mit Analyseprozessen gemäß S4000P Kapitel 2 hergeleitet, die in einem Analysehandbuch projektspezifisch zu definieren sind (bekannte Bezeichnungen dafür sind auch Policy and Procedure Handbook (PPH); Analysis Guideline o.ä.).

Mit S4000P Kapitel 2.2. ist der Analyseprozess für Systeme eines Produkts beschrieben.

Kapitel 2.3. beschreibt die analytische Vorgehensweise, die bei der Struktur des Produkts anzuwenden ist und Kapitel 2.4. deckt die Zonenanalyse des Produkts ab.

Die Kapitel 2.2. bis 2.4. decken die komplette Technik des Produkts bei der initialen PMTR-Analyse nach S4000P ab.

Die PMTR Analyseergebnisse aus den einzelnen Analysekapiteln werden vor Freigabe durch die Analysten innerhalb ihrer Analysezuständigkeit und bei Bedarf auch zwischen den Analysten konsolidiert (siehe Ref-001. ASD S4000P Kapitel 2.5).

Nach der PMTR Konsolidierung können die Analyseergebnisse zur Prüfung der/den zuständigen Stelle(n) vorgelegt werden.

Nach Prüfung, Genehmigung und Freigabe der Analyseergebnisse, werden die PMTR Daten gemäß ASD/AIA S3000L (siehe Ref-014) in den Instandhaltungskonzepten der betroffenen Systeme/Baugruppen/Bauteile und Zonen des Produkts mit den Originaldaten dokumentiert und weiter bearbeitet.

### **Schritt 2:**

#### **Harmonisierung von PMTR:**

Neben PMTR, die mit dem vorherigen Schritt 1 hergeleitet wurden, können zusätzliche PMTR aus folgenden weiteren Quellen stammen:

- Sicherheitsanalysen (durchgeführt von Safety-Abteilung(en))
- Entscheidungen nach „Best Engineering Judgement“ (BEJ) des Herstellers eines Produkts bzw. seinen Zulieferern
- Vorgaben von zuständigen militärischen Regulierungs-/Zulassungsbehörden
- Gültige nationale / internationale Gesetze
- etc.

Alle Daten zu bekannten PMTR mit ihren originalen Intervallwerten sind in diesem Verfahrensschritt zu harmonisieren, da Mehrfachnennungen von PMTR an für gleiche Bauteile, Baugruppe, Teilsysteme und/oder Systeme mit unterschiedlichen Durchführungsintervallen und Kritikalität auftreten können (siehe Ref-001. ASD S4000P Kapitel 2.5).

Die Harmonisierung betrifft insbesondere die verschiedenen Durchführungsintervalle für betroffene PMTR unter Berücksichtigung der Einstufung der Kritikalität der möglichen Funktionsfehler, die dem jeweiligen PMTR zugeordnet sind. Im Zuge der PMTR Harmonisierung ist immer die „worst case“-Kritikalität unter mehreren Kritikalitätsstufen auszuwählen.

Falls eine Zuordnung eines PMTR zur Kritikalität fehlt, muss die Einstufung im Rahmen der Harmonisierung erfolgen.

Da PMTR aus verschiedenen Quellen stammen können und sich im weiteren Verlauf des Lebenszyklus erfahrungsgemäß ändern, ist eine zentrale Datenhaltung der PMTR mit laufendem Pflegeprozess nach ASD/AIA S3000L notwendig.

**Beispiel:**

Die Rissprüfung eines Pumpengehäuses eines Druckluftsystems soll gemäß S4000P-Analyseergebnis (siehe Kapitel 2.2.) nach 1000 Betriebsstunden oder nach 5 Kalenderjahren erfolgen. Der Analyst stuft den möglichen Endeffekt des Funktionsfehlers in der System-FMEA (FMEA = „Failure Mode and Effects Analysis“) im Versagensfall der Pumpe als „missionsrelevant“ ein. Gleichzeitig liegt z.B. eine gesetzliche Vorgabe zur Rissprüfung von Druckbehältern vor, die in diesem Fallbeispiel auch auf diese Pumpe anzuwenden ist. Hier ist das PMTR Vorgabeintervall aber nur 1 Kalenderjahr. Die Harmonisierung beider PMTR für das Pumpengehäuse des Druckluftsystems ergibt folgenden PMTR für das Instandhaltungsprogramm:  
Rissprüfung des Pumpengehäuses nach Ablauf eines Kalenderjahres:  
Fehlerauswirkungskategorie: „gesetzlich relevant“.

**Schritt 3:**

**Paketierung von harmonisierten PMTR**

Bevor die Paketierung von PMTR in geeignete Maßnahmenpakete stattfinden kann, ist die Harmonisierung nach Schritt 2 zu einem definierten Zeitpunkt einzufrieren. Alle PMTR, die erst zu einem späteren Zeitpunkt bekannt werden, sind im Einzelfall zu bewerten und den dann bereits existierenden Maßnahmenpaketen nachträglich zuzuordnen.

Nach dem vorgenannten Zeitpunkt werden jedoch nur solche PMTR in planmäßige Maßnahmenpakete verschoben, die zuvor als Paketierungskandidaten ausgewählt sind. Paketierungskandidaten sind nur solche PMTR, die nicht jederzeit und ohne nennenswerten Vor- und/oder Nachbereitungsaufwand vom Instandhaltungspersonal und ohne Einsatz von Sonderbetriebsmitteln durchgeführt werden können.

Für Paketierungskandidaten werden die Vorgehensweisen und Prozesse nach ASD/AIA S3000L Kapitel 10 angewendet (siehe REF-014), die in einem projektspezifischen Verfahrenshandbuch zwecks Schulung des Personals und zur Nachweisführung zu dokumentieren sind.

Weil die ermittelten Durchführungsintervalle der planmäßigen Maßnahmenpakete in den meisten Fällen von den planmäßigen Intervallen der ursprünglichen PMTR abweichen, müssen viele planmäßige Intervalle von einzelnen PMTR erhöht oder gesenkt werden. Die Regeln bzgl. Erhöhung oder Senkung von PMTR Durchführungsintervallen gibt das o.g. Verfahrenshandbuch vor.

Erst nach der Paketierung der PMTR liegen die gültigen, harmonisierten, genehmigten und freigegebenen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit ihren gültigen planmäßigen Intervallen und keine PMTR mehr vor. Die planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen des Instandhaltungsprogrammes gelten im Anschluss für die Nutzungsphase der Produktflotte als Mindestvorgabe für die Instandhaltung in der Nutzungsphase.

Der spätere Nachweis der zeit- bzw. termingerechten Durchführung dieser planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen am Produkt dient zur

- Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit,
- Nachweis der Konformität mit der gültigen Gesetzeslage,
- Sicherstellung der Produktverfügbarkeit für Missionen/Betrieb,
- Kostenminimierung aus Sicht der Lebenszykluskosten (LCC).

#### **Schritt 4:**

##### **Planung der Durchführung der planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen gemäß Instandhaltungsprogramm**

In diesem Schritt 4 sind die planmäßigen Einzelmaßnahmen aus jedem Maßnahmenpaket in eine optimale zeitliche Reihenfolge zu bringen. Mögliche Parallelarbeiten sind zu erkennen und z.B. durch Anwendung der Netzplantechnik festzulegen. Der zivile und/oder militärische Instandhaltungsbetrieb, der mit der Durchführung der Instandhaltung des Produkts beauftragt ist, trägt zur Kostenminimierung und Effektivität bei den Lebenszykluskosten (LCC) bei, indem er die einzelnen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen eines Maßnahmenpaketes aus dem Instandhaltungsprogramm in ihrer optimalen Durchführungssequenz plant. Zuständige Planer der Instandhaltung berücksichtigen im Arbeitsablauf Pufferzeiten für kritische Durchführungsphasen in denen mit hoher Wahrscheinlichkeit mit außerplanmäßigen Instandhaltungsarbeiten zusätzlich zu rechnen ist. Während die vorherigen Schritte 2 und 3 im Zuständigkeitsbereich des Produktherstellers liegen, ist die Durchführungsplanung der planmäßigen Instandhaltungspakete für das individuelle Produkt erfahrungsgemäß eine Aufgabe des verantwortlichen Instandhaltungsbetriebes. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass im zeitlichen Ablauf zwischen den vorgeplanten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen noch zusätzliche Instandhaltungsmaßnahmen (z.B. zurückgestellte Beanstandungen, Reparaturen) und ggf. auch Modifikationen/Nachrüstungen an geeigneten Stellen in den Arbeitsablauf zusätzlich und spontan mit eingeplant werden müssen. Die Planung des gesamten Instandhaltungsvorhabens beinhaltet die Überprüfung aller notwendigen logistischen Hilfsmittel zur Instandhaltungsdurchführung (z.B. Technische Dokumentation, Prüfgerät etc.). Sollten bei einzelnen Maßnahmen Defizite festgestellt werden, sind diese möglichst zu klären, bevor das Produkt zum Instandhaltungsbetrieb kommt.

#### **Schritt 5:**

##### **Durchführung der planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen gemäß Instandhaltungsprogramm**

Spätestens mit dem Start der Nutzungsphase des Produkts werden planmäßig vorgeschriebene Instandhaltungsmaßnahmen fällig. Ein Teil der planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen kann vom Betriebs- und Instandhaltungspersonal parallel zum Einsatz des Produkts durchgeführt werden. Zur Abarbeitung größerer Pakete planmäßiger Instandhaltungsmaßnahmen ist es üblich, dass das Produkt zu einem Instandhaltungsbetrieb überführt wird. In Sonderfällen müssen die notwendigen Hilfsmittel zwecks Instandhaltung zum Produkt gebracht werden.

Die Durchführung der einzelnen Maßnahmen eines Instandhaltungspaketes ist vom verantwortlichen Instandhaltungsbetrieb mit Einzelnachweisen zu beauftragen (Arbeitsauftrag, Maintenance Work Order (MWO)). Nach Auftragsdurchführung sind die Ergebnisse ebenfalls nachvollziehbar und auswertungsgerecht zu dokumentieren.

Infolge der Durchführung der planmäßigen Arbeiten werden Störungen/Abweichungen etc. über Befunde/ Beanstandungen festgestellt, die außerplanmäßige Instandhaltungsmaßnahmen nach sich ziehen können. Diese außerplanmäßigen Zusatzarbeiten müssen in den bestehenden Arbeitsablaufplan integriert werden, wenn festgestellte Befunde/Beanstandungen nicht in ihrer Ausprägung belassen werden können und deren Behebung nicht zurückgestellt werden kann.

#### **Schritt 6:**

##### **Die laufende Verbesserung von PMTR und Instandhaltungsprogramm von Produkten während der Nutzungsphase:**

Die spätere Überprüfung der Effektivität der planmäßigen Instandhaltung von Produkten ist effektiver, wenn die Dokumentation der Beauftragung sowie die Dokumentation der Ergebnisse aus der Maßnahmendurchführung komplett und fehlerfrei sind sowie wenn sie für Auswertungen bereit stehen. Auf diese Informationen und Daten baut das Analyseverfahren „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) nach ASD S4000P Kapitel 3 in der Nutzungsphase von Produkten auf.

Das ISMO-Verfahren bewirkt gezielte Korrekturen des Instandhaltungsprogramms.

### 3.3. **Lage und Vernetzung der ASD S4000P innerhalb der Spezifikationsreihe der ASD/AIA**

Die europäische Organisation „AeroSpace and Defence Industries Association of Europe“ (ASD) mit Sitz in Brüssel/Belgien hat zum Ausgabedatum dieses Dokumentes bereits folgende internationale Spezifikationen veröffentlicht, die mit Ausnahme der ASD S4000P in Kooperation mit der US-Organisation Aerospace Industries Association (AIA) entwickelt wurden und laufend aktuell gehalten werden (siehe auch Referenzen in Kapitel 12):

- **ASD/AIA S1000D** – International specification for technical publications using a common source data base (siehe Ref-012)
- **ASD/AIA S2000M** – International specification for material management (siehe Ref-013)
- **ASD/AIA S3000L** – International procedure specification for Logistic Support Analysis (LSA) (siehe Ref-014)
- **ASD S4000P** – International specification for developing and continuously improving preventive maintenance (siehe Ref-001)
- **ASD/AIA S5000F** – International specification for in-service data feedback (siehe Ref-015)
- **ASD/AIA SX000i** – International guide for the use of the S-Series Integrated Logistic Support (ILS) specifications (siehe Ref-017)

ASD S4000P ist im Gegensatz zu den anderen ASD Spezifikationen eine rein europäische Entwicklung. Weder in den Arbeitsgruppen noch im Leitungsgremium dieser Spezifikation liegt bislang eine US-Beteiligung vor. Dies beruht insbesondere auf der Tatsache, dass die Air Transport Association (ATA) in den USA eine eigene Spezifikation in der zivilen Luftfahrtindustrie anwendet: ATA MSG-3 – Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development (siehe Ref-006)

Die ATA MSG-3 Analyseprozesse sind jedoch auf die Analyse ziviler Luftfahrzeuge spezialisiert. Sie werden von zuständigen zivilen Zulassungsbehörden und der zivilen Luftfahrtindustrie erst ab einer bestimmten Größenordnung ziviler Luftfahrzeuge verbindlich vorgeschrieben und umgesetzt.

Eine Kooperation zwischen ASD und ATA wurde bereits angestrebt, konnte aber bislang nicht erfolgreich umgesetzt werden. Lizenzgespräche / -verhandlungen zwischen ASD und ATA scheiterten in den Jahren 2012 und 2013.

Weil eine ASD Spezifikation zum Thema „developing and continuously improving preventive maintenance“ spätestens ab dem Jahr 2013 wegen laufender und anstehender Projekte in Europa dringend benötigt wurde, beschloss ASD eine komplette Überarbeitung der streitgegenständlichen Vorgängerversion ASD S4000M mit Änderung von Titel und Bezeichnung der Spezifikation. Zielvorgabe der ASD Organisation war, dass die neue Spezifikation weder eine „copyright“ Verletzung noch eine Verletzung von eventuellen „Intellectual Property Rights“ (IPR) gegenüber der Organisation ATA MSG-3 verursacht.

Während das „**M**“ in der ehemaligen, unveröffentlichten Spezifikation ASD S4000M noch für „**M**ilitary aircraft analysis“ stand, steht das „**P**“ in der jetzt gültigen und von der A4A/ATA unabhängigen ASD S4000P für „**P**reventive maintenance analysis“ technisch komplexer Produkte.

Die internationale Spezifikation ASD S4000P wurde im Mai 2014 veröffentlicht.

### Übersichtsbild zur Lage der ASD S4000P in der internationalen Spezifikationsreihe der ASD/AIA

Das Übersichtsbild der „ASD/AIA S-Series of Specifications“ mit dem Stand März/2017 zeigt alle bereits veröffentlichten Spezifikationen sowie die sich noch in der Entwicklung befindliche Spezifikation ASD/AIA S6000T.

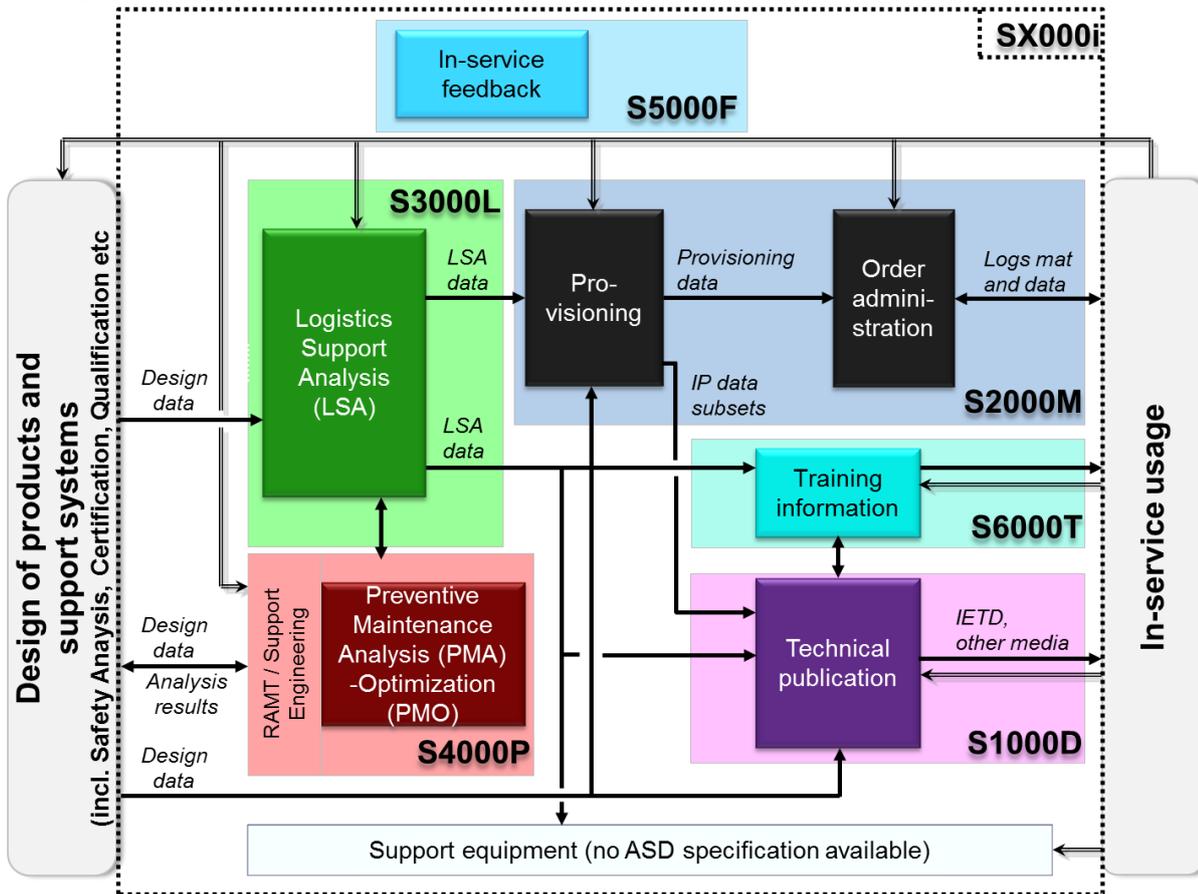


Abbildung 3: Die Lage und Vernetzung der ASD S4000P in der aktuellen Spezifikationsreihe der ASD/AIA (Stand 03/2017)

Vorstehende Abbildung zeigt zentrale Funktionen und gegenseitige Verknüpfungen der ASD/AIA Spezifikationen im Lebenszyklus eines technisch komplexen Produkts. Die gegenseitigen Verknüpfungen der ASD/AIA Spezifikationen werden künftig durch gezielten Datenaustausch realisiert, welcher derzeit durch die Industrie mit zusätzlichen Spezifikationen in der „ASD/AIA S-Series of Specifications,“ definiert wird. Dies ist Voraussetzung für einen effektiven „Integrated Logistic Support“ (ILS). Die Abbildung zeigt die Lage der Spezifikation ASD S4000P mit direkter Schnittstelle zu Konstruktion und Zulieferern einerseits (linke Bildseite) und zur „Logistic Support Analysis“ (LSA, siehe Ref-014) andererseits. Im Rahmen des ISMO-Prozesses besteht eine direkte Schnittstelle zur Bundeswehr auf der Nutzerseite (rechte Bildseite). Hier werden zum Zweck der Optimierung Betriebsdaten und Betriebserfahrungen rückgekoppelt (siehe ASD/AIA S5000F; Ref-015)

Anmerkungen:

Die internationale Spezifikation ASD S4000P wurde ohne Beteiligung der AIA entwickelt. Die gegenseitigen Verknüpfungen zwischen den einzelnen ASD/AIA Spezifikationen sind aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit nicht vollständig dargestellt.

Zielsetzung der ASD/AIA bzw. der ASD Spezifikationen ist, das Bindeglied zwischen der Konstruktion und Herstellung von technischen Produkten einerseits und der Nutzungsphase dieser Produkte andererseits zu bilden. Dieses logistische Bindeglied unterstützt sowohl die Industrie bei internen Prozessen, als auch die Bundeswehr, welche das Produkt nach Auslieferung und Inbetriebnahme einsetzt/nutzt.

Dieses Bindeglied wird mit „Integrated Logistic Support“ (ILS) bezeichnet, was nicht mit der Transportlogistik verwechselt werden darf. ILS beinhaltet den „Product Support“ innerhalb der Industrie und den „Customer Support“, der in Richtung der Bundeswehr wirkt.

Die ASD/AIA Spezifikationsreihe baut auf bewährten Vorgehensweisen und Prozessen auf, die in der Vergangenheit im Rahmen der militärischen Produktentwicklung und –nutzung entwickelt und eingesetzt wurden. Gegenüber den Vorgängerprozessen setzt die ASD/AIA S-Series of Specifications jedoch erstmals auf die gegenseitige enge Vernetzung der unterschiedlichen Einzelprozesse stets im Zusammenhang mit der Umsetzung durch eine moderne IT-Technologie.

Die Industrie muss die Bundeswehr mit dem ILS-Prozess bestmöglich und zeitnah unterstützen, da insbesondere die Instandhaltung von teils hochkomplexen Produkten im Einsatzfall von der Bundeswehr selbst durchgeführt werden muss.

Bei zivilen Produkten klafft zwischen der Produktherstellung und der Produktnutzung dagegen oftmals eine Lücke, die von verantwortlichen Instandhaltungsbetrieben mit entsprechendem Aufwand geschlossen werden müssen.

### **3.4. Informationen zu Schnittstellen bei „Product Support“ und „Customer Support“**

#### **Industrie-interne Schnittstellen zwischen Produkt-Konstruktion und dem „Product Support“**

Während der Konstruktions- und Herstellungsphase von Produkten vertritt der „Product Support“ – quasi als „firmeninterne Interessensvertreter“ – die Forderungen und –bedürfnisse der Bundeswehr. Die Fachkräfte des Product Support definieren Vorgaben für die Produktkonstruktion.

Bei der Unterstützung der Produkt-Konstruktion („Engineering Support“) geht es vorrangig um die Umsetzung folgender Ziele:

- Produktsicherheit (Durchführung von Safety Analysen, Bewertungen, Vorgaben und Lösungsvorschläge)
- Zuverlässigkeit (Durchführung von Reliability Analysen, Bewertungen, Vorgaben und Lösungsvorschläge)
- Verfügbarkeit (Durchführung von Availability Analysen, Bewertungen, Vorgaben und Lösungsvorschläge)
- Möglichst leichte und problemlose Instandhaltbarkeit (Durchführung von Maintainability Analysen, Bewertungen, Vorgaben und Lösungsvorschläge)
- Integration einer wirksamen und sinnvollen Produkt-Selbsttestfähigkeit (Durchführung von Testability Analysen, Bewertungen, Vorgaben und Lösungsvorschläge).

Die genannten „Supportability“-Analysen sind meist unterschiedlichen Fachbereichen innerhalb der Industrie zuzuordnen, welche üblicherweise mit der Abkürzung RAMTS bezeichnet werden. RAMTS setzt sich aus den Anfangsbuchstaben der englischen Wörter „Reliability, Availability, Maintainability, Testability, Safety“ zusammen. Die Ergebnisse der RAMTS-Analysen der einzelnen Experten haben vielfältige gegenseitige Abhängigkeiten und bedürfen Datenaustausch und laufender gegenseitiger Abstimmung.

### **Beispiele zu den gegenseitigen Abhängigkeiten der RAMTS-Fachbereiche:**

Die Berechnungen in Safety-Analysen stützen sich auf Zuverlässigkeitswerte ab, die von den Reliability Experten bereitgestellt werden.

Die Maintainability Analyse hat vorhandene Kritikalitäten von Fehlerauswirkungen nach Eintritt von Fehlerursachen von der Safety-Analyse zu berücksichtigen.

Die Safety-Experten und die Maintainability-Experten müssen bei ihren Analysen die integrierte Testbarkeit (Testability) berücksichtigen (sofern diese am Produkt erstmals integriert bzw. nachträglich optimiert werden soll). Zuverlässigkeits- bzw. Wahrscheinlichkeitsdaten der möglichen Fehlerursache sind Voraussetzung dafür, dass geeignete und wirksame PMTR festgelegt werden können.

### Anmerkungen:

In der Industrie sind die RAMTS Fachbereiche leider oft organisatorisch und/oder räumlich voneinander getrennt und auf unterschiedliche Organisationsbereiche aufgeteilt

Safety-Experten sind häufig der Produkt-Konstruktion direkt angegliedert.

Für die R, A, M und T Fachbereiche gibt es verschiedene Organisations- und Zuordnungsvarianten und Aufteilungen zwischen Konstruktion und der logistischen Unterstützung (Integrated Logistic Support (ILS)).

Aus fachlicher Sicht ist die laufende gegenseitige Abstimmung der RAMTS-Arbeitsergebnisse dringend notwendig, um ein nutzergerechtes Produkt zu spezifizieren und zu entwickeln. Jede Beeinträchtigung bzw. Vernachlässigung dieser Zusammenarbeit wirkt sich negativ über den gesamten Lebenszyklus des Produkts von Konstruktionsbeginn bis hin zur Aussonderung/Entsorgung aus. Die ASD/AIA Spezifikationsreihe deckt in der aktuellen Ausprägung (noch) nicht alle RAMTS Analysen und deren gegenseitigen Schnittstellen ab.

Mit der ASD S4000P ist jedoch ein wesentlicher, zentraler Bestandteil des „Product Support“ spezifiziert, der die logistisch relevanten Instandhaltungskonzepte des ILS maßgeblich beeinflusst.

### **Schnittstellen zwischen „Product Support“ und der Qualifikation/Zertifizierung von Produkten**

Die Ergebnisse der Analysen der RAMTS Fachbereiche und der LSA dienen auch der Nachweisführung von Forderungen, die an das Produkt gestellt sind. Forderungen zur Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit sind beispielsweise in einer Produkt-Spezifikation verankert.

Die Nachweisführung der Erfüllung der Spezifikations-Forderungen findet üblicherweise im Rahmen der Qualifikation durch die Bundeswehr statt. Die teilweise bzw. vollständige Nichterfüllung von Anforderungen kann zu vertraglichen/finanziellen Konsequenzen für die Industrie führen.

Darüber hinaus sind auch Forderungen an das Produkt, die von einer oder mehreren verantwortlichen Zulassungsbehörden stammen, durch die Industrie zu erfüllen und nachzuweisen. Das ist die Voraussetzung dafür, dass das Produkt in der vorliegenden konstruktiven Auslegung und den logistischen Hilfsmitteln zur Instandhaltung in der Nutzungsphase für den Betrieb zugelassen wird. Der Zulassungsprozess findet im Rahmen der Zertifizierung des Produkts statt.

### **Industrie-interne Schnittstellen zwischen „Product Support“ und dem „Customer Support“**

Bei den industrie-internen Schnittstellen zwischen dem „Product Support“ und dem „Customer Support“ erhalten die in der LSA Datenbank nach ASD/AIA S3000L (siehe Ref-014) gehaltenen aktuellen (!) Daten eine zentrale Position, Funktion und Bedeutung.

Neben den PMTR mit planmäßigen Durchführungsintervallen definiert und analysiert die LSA nach ASD/AIA S3000L auch relevante außerplanmäßige Instandhaltungsmaßnahmen.

Planmäßige und außerplanmäßige Instandhaltungsmaßnahmen bilden gemeinsam die Instandhaltungskonzepte zu den einzelnen Bauteilen, -Baugruppen und –Teilsystemen des Produkts.

Identifizierte und dokumentierte Instandhaltungsmaßnahmen werden im Hinblick auf die Auswirkungen auf die logistischen Fachbereiche mit der „Maintenance Task Analysis“ (MTA) mittels LSA tiefgehend analysiert und erstmals präziser beschrieben. Daraus resultieren die für die Instandhaltung des Produkts notwendigen ILS Liefergegenstände wie z.B. die technische Dokumentation, Ersatzteilversorgung, Ausbildung(en) des Betriebs- und Instandhaltungspersonals, Prüfgeräte und Sonderwerkzeug, Infrastruktur, etc.

Serienkonforme LSA Daten werden zu entscheidenden Bezugsdaten zur nachfolgend korrekten Entwicklung, Herstellung und zeitgerechten Lieferung der o.a. notwendigen ILS Liefergegenstände. Diese Tatsache erfordert stets aktuell gehaltene LSA-Daten (siehe Ref-014), die auch verschiedene Bauzustände eines Produkts abdecken müssen (wenn vorhanden).

Bei Änderungen in den Konstruktionsdaten eines Produkts ist eine Überprüfung und bedarfsweise Korrektur der ASD S4000P Daten sowie der LSA erforderlich, damit die resultierenden ILS Liefergegenstände bei Bedarf angepasst werden können.

Jede der ASD/AIA bzw. ASD Spezifikationen behandelt ein Themengebiet, welches bereits in sich komplex ist. Zudem bestehen zu den anderen Spezifikationen vielfältige, entweder direkte oder indirekte Schnittstellen / Abhängigkeiten.

Das gegenseitige Zusammenspiel ist über einen funktionierenden Datenaustausch im Rahmen des „Integrated Logistic Support (ILS)“ aufrecht und aktuell zu halten. Deshalb werden die ASD/AIA Spezifikationen gegenüber den früher bekannten und älteren Spezifikationen (z.B. US Military Standard (MIL-STD)) erstmals auf einen koordinierten gegenseitigen Datenaustausch nach aktuellem Stand der Informationstechnologie (IT) –Welt zurückgreifen. Dies wird die entscheidende Voraussetzung dafür, dass das Zusammenspiel des „Integrated Logistic Support (ILS)“ aktuell gehalten und dass die Erarbeitung und Bereitstellung logistischer Liefergegenstände (z.B. Technische Dokumentation, Prüfgerät etc.) optimal unterstützt werden kann.

Die ASD/AIA –Spezifikationen werden nach Vorgabe der ASD Organisation schrittweise an ihren gemeinsamen Schnittstellen im Hinblick auf den beabsichtigten Datenaustausch weiterentwickelt und harmonisiert.

Dabei muss die ASD/AIA Spezifikationsreihe mit ihren Datenschnittstellen flexibel genug sein, um verschiedene Konstellationen bei der projektspezifischen Ausprägung und Umsetzung einzelner ASD/AIA Spezifikationen Varianten zulassen zu können. Es ist aufgrund historischen Gegebenheiten, Projektgröße, verfügbaren Budget etc. für Produkte der Bundeswehr absehbar, dass nur einzelne ASD/AIA Spezifikationen oder einzelne Aspekte daraus, eine ausgewählte Kombination von ASD/AIA Spezifikationen oder idealerweise die komplette verfügbare Reihe von ASD/AIA Spezifikationen umgesetzt werden.

Die ASD Organisation überwacht laufend die Inhalte der ASD/AIA S-Series of Specifications auf gegenseitige Konsistenz und auf gegenseitige Beeinflussung. Sie leitet bedarfsweise etwaige Änderungen/Anpassungen in den betroffenen Spezifikationen ein (siehe SX000i, Ref-017).

## **3.5. Einführung in die internationale Spezifikation ASD S4000P**

### **3.5.1. Allgemeines**

Mit der Spezifikation ASD S4000P (Ref-001) wurde im Mai 2014 die Grundlage zur Analyse planmäßiger, vorbeugender Materialerhaltung/Instandhaltung nach dem aktuellen Stand der Technik veröffentlicht, die sich weder auf militärische und/oder zivile Produkte im Allgemeinen noch auf die Luftfahrzeuginstandhaltung im Speziellen beschränkt.

Somit ermöglicht die ASD S4000P erstmals die Anwendung und Übertragung bewährter analytischer Vorgehensweisen aus der Luftfahrt auf alle anderen technisch komplexen Produkte der Bundeswehr.

### **3.5.2. Berücksichtigung und Umsetzung von Rahmenvorgaben der ASD in der ASD S4000P**

Als Teil der ASD/AIA Spezifikationsreihe unterliegt die internationale Spezifikation ASD S4000P (siehe Ref-001) folgenden zentralen Rahmenvorgaben der Organisation ASD:

- Anwendbarkeit auf alle technisch komplexen Produkte unabhängig vom Produkttyp und von dessen Umfeld bei der Nutzung,
- Abdeckung des kompletten Lebenszyklus eines Produkts.

Zur Umsetzung der vorstehenden ASD Rahmenvorgaben beinhaltet die ASD S4000P zwei grundsätzlich unterschiedliche Prozesse mit analytischen Verfahren:

- In Kapitel 2 der Spezifikation: Entwicklungsbegleitende Prozesse und Verfahren zur Überprüfung der planmäßigen vorbeugenden Instandhaltbarkeit der Systeme, der Struktur und der Zonen eines Produkts.
- In Kapitel 3 der Spezifikation: Die Optimierung der Instandhaltung eines Produkts mit dem Prozess und Verfahren „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO).

Die ASD S4000P Kapitel 2 beschreibt ein Verfahren zur erstmaligen Herleitung von PMTR auf analytischer Basis. Die Analyseergebnisse können zur Beeinflussung der Konstruktion des Produkts führen.

Mit ASD S4000P Kapitel 3 wird die Korrektheit, Aktualität und Vollständigkeit der vorhandenen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen eines Instandhaltungsprogramms in der Nutzungsphase des Produkts nach klaren Vorgaben nachvollziehbar überprüft. Hierzu wird die zwischenzeitlich gewonnene Betriebserfahrung einbezogen (In-Service Feedback), um die einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen mit ihren planmäßigen Intervallen bedarfsweise zu optimieren. Die Wirksamkeit der Rückkopplung der Betriebserfahrung hängt davon ab, welche Daten in welcher Form von der Bundeswehr freigegeben und zur weiteren Auswertung/Bewertung und Nutzung bei der Industrie vorbereitet sind.

Um die o.a. Prozesse und Verfahren der ASD S4000P Kapitel 2 und/oder 3 wirkungsvoll umsetzen zu können ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Bundeswehr und Industrie erforderlich. Innerhalb der Industrie müssen ASD S4000P-Analysten mit den zuständigen Abteilungen der Konstruktion beim verantwortlichen Produkthersteller bzw. bei den Zulieferern sowie eng kooperieren.

Instandhaltungsanalysen nach ASD S4000P müssen innerhalb der Industrie als unverzichtbare technische Unterstützungsleistung für die Konstruktionsabteilung(en) beim Hersteller („Product Support“) möglichst mit unmittelbarer Nähe und laufendem Kontakt durchgeführt werden. Wegen der Nutzung und der Rückkopplung von zentralem Firmen „know-how“ sollten Hersteller/Zulieferer stets firmeneigenes Personal bei den ASD S4000P-Analysen einsetzen (also kein „outsourcing“ an Fremdfirmen), da das „know-how“ aus analysierten Altprojekten für Neuprojekte genutzt werden kann/muss. Diese Erfahrungen und das zugehörige fachliche Wissen sind auf Industrieseite durch kein theoretisches Studium zu erwerben!

### **3.5.3. Historie und Entwicklung der internationalen Spezifikation ASD S4000P**

Vor der Veröffentlichung der ASD S4000P Issue 1.0 im Mai 2014 (Ref-001) wurden in der internationalen zivilen und militärischen Luftfahrt insbesondere folgende Analysemethoden / Analysestandards zur Herleitung planmäßiger Instandhaltungsmaßnahmen mit Intervallen angewandt:

- ⇒ ATA MSG-3 von der Air Transport Association / Maintenance Steering Group 3 ; (siehe Ref-006),
- ⇒ US Military Standard (MIL-STD) 1843 bekannt als “Reliability Centered Maintenance” (RCM) Analyseverfahren; (siehe Ref-007),
- ⇒ U.S. Naval Air Systems Command (NAVAIR) 00-25-403; (siehe Ref-008),
- ⇒ United Kingdom Ministry of Defence Defence Standard (UK MOD Def Stan) 00-45; (siehe Ref-009)

Die Spezifikation ATA MSG-3 ist auf die Anwendung auf zivile Luftfahrzeuge spezialisiert. Sie wird von der amerikanischen ATA Organisation und der beteiligten Industrie in einem jährlichen Update-Prozess aktuell gehalten. Die Analyse militärischer Produkte stellt zusätzliche Anforderungen an analytische Vorgehensweisen, die aber mit dieser Spezifikation nicht abgedeckt sind. ATA MSG-3 ist nicht für die Anwendung auf die vielfältigen Produkttypen der Bundeswehr ausgelegt.

Historische Verfahrensvorläufer der Spezifikation ATA MSG-3 waren Analysemethoden, die bereits in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelt und erstmalig beim zivilen Luftfahrzeug Boeing 747 zur Ermittlung eines Programms für die planmäßige Instandhaltung erfolgreich angewandt wurden.

Nachdem früher die Analysemethoden für Luftfahrzeug-Systeme der aufwändigen, ausfallorientierten „Bottom-Up“ Analyseverfahren folgten, wird heute bei ATA MSG-3 und anderen vergleichbaren Standards/Spezifikationen die funktionsorientierte „Top-Down“ Analyseverfahren bei der Systemanalyse angewendet (System-FMEA).

Das RCM Analyseverfahren nach MIL-STD-1843 basierte in seinen Erstversionen – wie einst das ATA MSG-2 Verfahren auch – auf der „Bottom-Up“ Analyseverfahren. Der erhöhte, dennoch nicht vollständige Analyseaufwand war in der Vergangenheit vor allem auf die militärische Luftfahrt beschränkt. Der MIL-STD-1843 berücksichtigt bei der Systemanalyse von Luftfahrzeugen im Gegensatz zum ATA MSG-3 Analyseverfahren den militärischen Missions-Bezug anstatt den zivilen operationellen Bezug bei der Einstufung der Auswirkungen von Funktionsfehlern in Flugzeugsystemen.

Infolge der Entwicklung neuester Technologien und Materialien haben sich vielfältige Analyselücken in den verfügbaren Analyseprozeduren ergeben (z.B. keine Berücksichtigung von Funktionsfehlern in der Systemanalyse, die gegen gesetzliche Vorgaben/Umweltvorgaben verstoßen könnten; fehlende Lösung in der Strukturanalyse zur Analyse von Materialkombinationen aus metallischen und nichtmetallischen Anteilen; fehlende Abdeckung Produkt-individueller Einflüsse bei der Zonenanalyse, usw.).

Weil das Dokument MIL-STD-1843 in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts offiziell für ungültig erklärt worden ist, gibt es für dieses Verfahren keine Überarbeitungen bzw. keine inhaltlichen Ergänzungen/Weiterentwicklungen mehr.

Insbesondere aus diesem Grund wurden jüngere europäische militärische Entwicklungsprojekte (z.B. der Transporthubschrauber NH90, das Transportflugzeug A400M) mangels Verfügbarkeit einer aktuellen militärischen Spezifikation nach dem ATA MSG-3 Verfahren analysiert. Projektspezifisch mussten die jeweiligen PPH – über die sonst bekannten zivilen Luftfahrzeuganalysen hinaus – erweitert und angepasst werden. Dennoch mussten militärisch relevante Produktanteile in Analyseverfahren ausgeklammert werden (siehe A400M).

Die Analysestandards NAVAIR 00-25-403 und UK Def. Stan 00-45 sind jeweils nationale Standards der USA bzw. im United Kingdom (UK), welche ebenfalls auf MIL-STD-1843 und/oder auf ATA MSG-3 beruhen.

Alle vorgenannten Dokumente decken folglich auch nur entwicklungsbegleitende Analyseverfahren ab. Keines dieser Dokumente spezifiziert Prozesse und/oder Verfahren zur Optimierung der Instandhaltung, die während der Produktnutzung in der „In-Service Phase“ anzuwenden sind.

Infolge der beschriebenen mangelhaften Verfügbarkeit geeigneter Spezifikationen/Standards und der Tatsache, dass zudem ein geeignetes Verfahren zu „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) fehlte und nötig war, wurde im Jahr 2004 auf Antrag der Industrie die Entwicklung eines neuen europäischen Analysestandards beschlossen. Der Bedarf wurde der damaligen Organisation für Standards in der europäischen Luftfahrt und Verteidigung namens AECMA (Association européenne des constructeurs de matériel aérospace; heute: ASD) durch Industrievertreter von Firma EADS (European Aerospace and Defence Systems; heute Airbus Defence & Space) vorgetragen. Die AECMA Organisation hat dann entschieden, dass der Entwicklungsbedarf einer neuen Spezifikation zur Anwendung für militärische Luftfahrzeuge (LFZ) für die europäische Luftfahrtindustrie bestand.

### **3.5.4. Gegenüberstellung der Analyseverfahren nach ATA MSG-3, MIL-STD- 1843 (RCM) und ASD S4000P**

Die beiden Verfahren ATA MSG-3 und MIL-STD-1843 (RCM) wurden vor der Veröffentlichung der ASD S4000P im Mai 2014 insbesondere im Bereich der deutschen Luftfahrtindustrie zur Analyse ziviler und militärischer Luftfahrzeuge zur entwicklungsbegleitenden Herleitung von PMTR angewendet.

Ein Verfahren zur Optimierung der planmäßig, vorbeugenden Instandhaltung in der Nutzungsphase eines Produkts fehlt sowohl in ATA MSG-3, als auch in MIL-STD-1843 (RCM). Ein solches Optimierungsverfahren wird ausschließlich in ASD S4000P in Kapitel 3 beschrieben (ISMO). Es wurde bereits und wird auch künftig für Produkte der Bundeswehr angewendet, die sich bereits in der Nutzungsphase befinden und die ursprünglich mit den Verfahren ATA MSG-3 oder MIL-STD-1843 (RCM) analysiert wurden.

#### Beispiele:

- Kampfflugzeug Eurofighter Typhoon (initial analysiert auf Basis MIL-STD-1843 (RCM)),
- Transporthubschrauber NH90 (initial analysiert auf Basis ATA MSG-3),
- Transportflugzeug A400M (initial analysiert auf Basis ATA MSG-3).

Bei jeder ISMO-Anwendung von ASD S4000P Kapitel 3 im Zusammenhang mit initialen Analyseergebnissen, die nicht dem Verfahren nach ASD S4000P Kapitel 2 entsprechen, müssen Analyselücken in gegenüber dem Kapitel 2 der ASD S4000P erkannt und bedarfsweise kompensiert werden:

- ⇒ Systemanalyse (siehe ASD S4000P, Kapitel 2.2.),
- ⇒ Strukturanalyse (siehe ASD S4000P, Kapitel 2.3.),
- ⇒ Zonenanalyse, Enhanced Zonal - und L/HIRF Analyse (siehe ASD S4000P, Kapitel 2.4.).

Bei der Analyse von Produkt-Systemen werden PMTR mit Intervallen für ausgewählte Bauteile/Baugruppen/Teilsysteme hergeleitet. Bei der Strukturanalyse erfolgt die Festlegung von PMTR mit Intervallen für „Structure Significant Items (SSI)“, die gemäß ASD S4000P noch mit „Significant Details (SD)“ weiter untergliedert werden können sowie bedarfsweise für „Maintenance Relevant Items“. Die als unkritisch eingestufte „Other Structure“ wird zusammen mit der Standard-Zoneninspektion durch eine planmäßige allgemeine Sichtprüfung (General Visual Inspection = GVI) abgedeckt. Die Zonenanalyse der ASD S4000P untergliedert sich in einzelne Analysemodule:

- ⇒ „Standard Zonal Analysis“,
- ⇒ „Enhanced“-Zonal Analysis“,
- ⇒ „L/HIRF Zonal Analysis“ (mit produktspezifischer Gültigkeit z.B. bei Luftfahrzeugen),
- ⇒ weitere produkt-spezifische „Zonal Analysis Modules“ (ZAM), um individuelle und optionale Aspekte der Zonenanalyse für einen Produkttyp abzudecken.

Die Spezifikationen ATA MSG-3 (siehe Abb. 4, unten) und MIL-STD- 1843 (RCM; siehe Abb. 4, oben)) weisen gegenüber der ASD S4000P Kapitel 2 (siehe Abb. 4, Mitte) folgende Analyselücken bei Systemanalyse, Strukturanalyse und Zonenanalyse auf, die als weiße Felder mit „?“ gekennzeichnet sind:

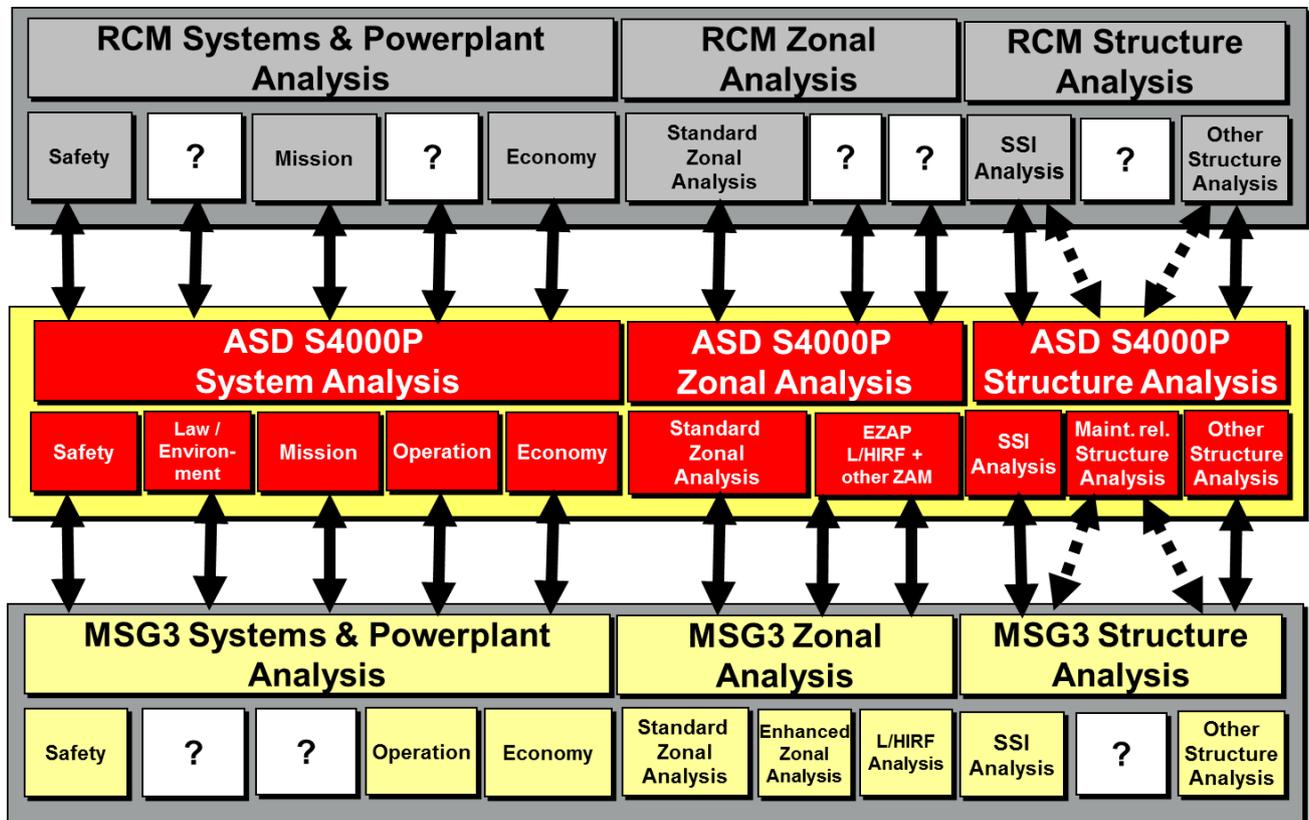


Abbildung 4: Vergleich MIL-STD-1843 (RCM, oben), ATA MSG-3 (unten) mit ASD S4000P Kapitel 2 (Mitte)

Die ASD S4000P führt in der Systemanalyse eines Produkts bei den möglichen Fehlerauswirkungen erstmals neben den bisher in den Analysemethoden bereits bekannten Einstufungen der Kritikalitäten

- Sicherheitsrelevanz,
- Operativer und/oder Missions-Bezug ,
- wirtschaftliche Relevanz

zusätzlich den

- **juristisch – ökologischen Bezug** (law/environmental integrity)

bei den möglichen Auswirkungen von Funktionsfehlern ein.

Verantwortliche Zulassungsbehörden und Nutzer von Produkten setzen die Konformität mit geltenden Gesetzen und Umweltrichtlinien voraus.

Die Betrachtung von Funktionsfehlern mit juristisch – ökologischem Bezug waren in bisherigen Analyseverfahren nicht berücksichtigt. Sie wurden und werden somit weder in einer ATA MSG-3- noch in einer MIL-STD- 1843-basierten Analyse betrachtet.

Auswirkungen von Funktionsfehlern eines Produkts, die in etwaigem Konflikt mit gültigen Gesetzen/Umweltrichtlinien stehen, können die Erteilung und/oder die Aufrechterhaltung der Betriebszulassung eines Produkts entscheidend verzögern oder sogar verhindern.

Das Thema Umweltverträglichkeit ist in den letzten Jahren für militärische Zulassungsbehörden weiter in den Fokus gerückt. Diese Aspekte sind daher unverzichtbarer Bestandteil der modernen Analyseverfahren nach ASD S4000P.

Die entsprechenden ASD S4000P Analyseergebnisse fließen zunächst direkt im Konstruktionsprozess des Produkts und im Anschluss daran in Teilen in die Umweltverträglichkeitsanalyse der Bundeswehr ein (siehe Ref-019 und Ref-020).

Beispiel:

Ein Sportflugzeug mit Kolbenmotor, dessen Abgasanlage defekt ist, erzeugt bei laufendem Motor einen unzulässig hohen Lärmpegel. Das Sportflugzeug ist damit nicht mehr betriebs- und lufttüchtig. Die Fehlerursache (z.B. Dichtung am Krümmer der Abgasanlage) muss vor der nächsten Inbetriebnahme instandgesetzt werden. Dieser Funktionsfehler ist „law/environmental integrity-relevant“.

### 3.5.5. Einführung in die Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.

Die Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. erfolgt in 4 Schritten, wie in nachfolgender Abbildung 5 dargestellt ist:

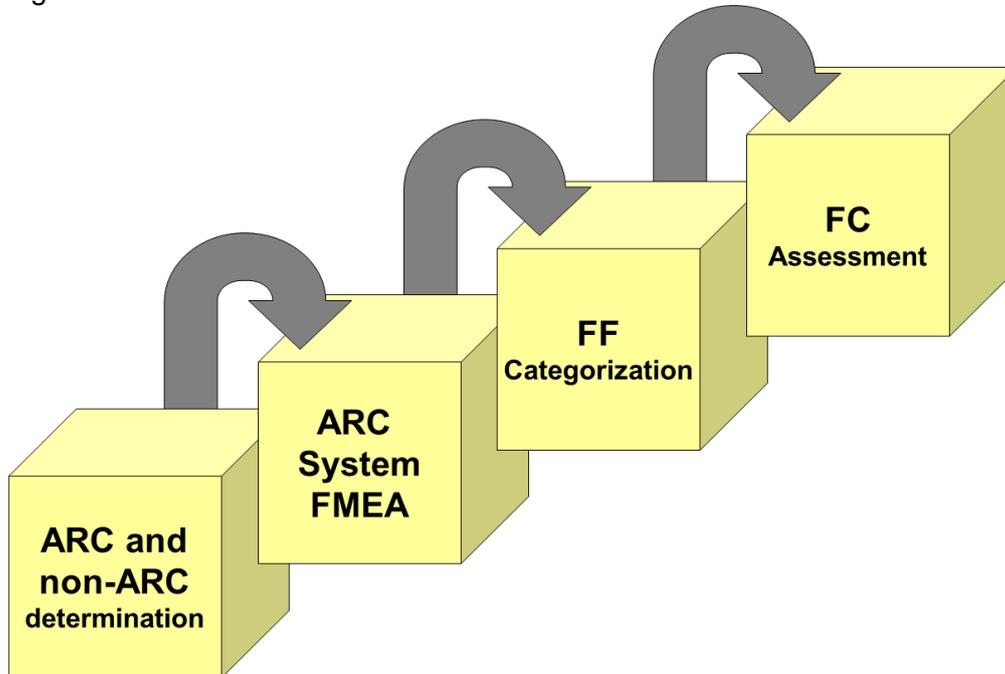


Abbildung 5: Die 4 Schritte der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.

Der erste Schritt der Systemanalyse „ARC and non-ARC determination“ bestimmt die Analysekanidaten („Analysis Relevant Candidates“ (ARC)) der Systeme/Teilsysteme des Produkts und solche bei denen keine weitere Analyse erfolgt (non-ARC). Dieser Schritt dient der Reduktion des erforderlichen Analyseaufwandes. Dabei werden die vier folgenden Fragen auf alle Produktsysteme, die einer analytischen ARC/non-ARC Bestimmung unterliegen, angewendet:

#### Frage 1:

Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems die Produktsicherheit beeinträchtigen, wobei auch sicherheitsrelevante Systeme/Notssysteme und/oder Notausstattung(en) in der Fragestellung einzubeziehen sind?

#### Frage 2:

Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems zu einem Konflikt mit einem oder mehreren Gesetzen führen und/oder kann der Funktionsfehler die Umwelt signifikant belasten/schädigen (ökologischer Schaden)?

#### Frage 3:

Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems zur Einschränkung bei der Missionsverfügbarkeit bzw. der operationellen Verfügbarkeit des Produkts führen?

#### Frage 4:

Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Produkts verursachen?

Alle Systeme bzw. Systemanteile, die gemäß Vorgaben im PPH als Antwort mindestens ein „Ja“ aufweisen, sind als ARC zu kennzeichnen. Die nächsten Schritte 2 bis 4 der Systemanalyse sind durchzuführen. Wenn alle relevanten Fragen mit „Nein“ beantwortet werden, ist das Produktsystem ein „non-ARC“ und die Systemanalyse endet mit diesem Schritt 1.

Im nächsten zweiten Schritt erfolgt die „Top-Down“ System-FMEA, welche pro ausgewählten ARC

- Funktionen (F)
- Funktionsfehler (FF)
- der Beschreibung der erwarteten Kritikalität des Endeffekts jedes Funktionsfehlers auf oberster Produktebene (FFEC) und
- die mögliche(n) Fehlerursache(n) (FC) pro aufgelisteten Funktionsfehler ermittelt.

Die „Top-Down“-Analysemethode ermöglicht hohe Effizienz in den Ergebnissen bei der Analyse-durchführung. Sie berücksichtigt die Systemarchitektur des kompletten Produkts einschließlich der Redundanzstrukturen, die von der Konstruktion vorgesehen sind. Außerdem können mögliche System-externen Fehler- und/oder Schadensursachen in dieser Analysemethode berücksichtigt werden.

Abbildung 6 zeigt schematisch die „Top-Down“ Analysemethode, gemäß ASD S4000P Kapitel 2 mit der „ARC System Failure Mode and Effects Analysis“ (FMEA):

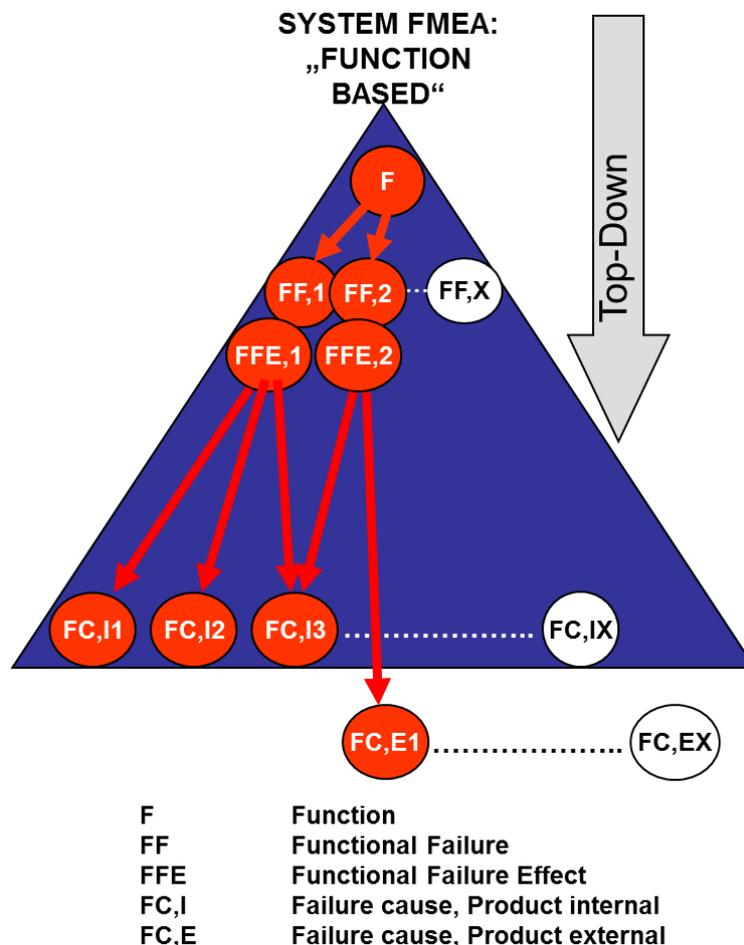


Abbildung 6: Die „Top-down“ Analyse-Methode der ASD S4000P Systemanalyse

Abbildung 7 zeigt schematisch eine „Bottom-Up“ Analysemethode, die bei der Analyse von Geräten/Equipment angewendet wird (Geräte-FMECA):

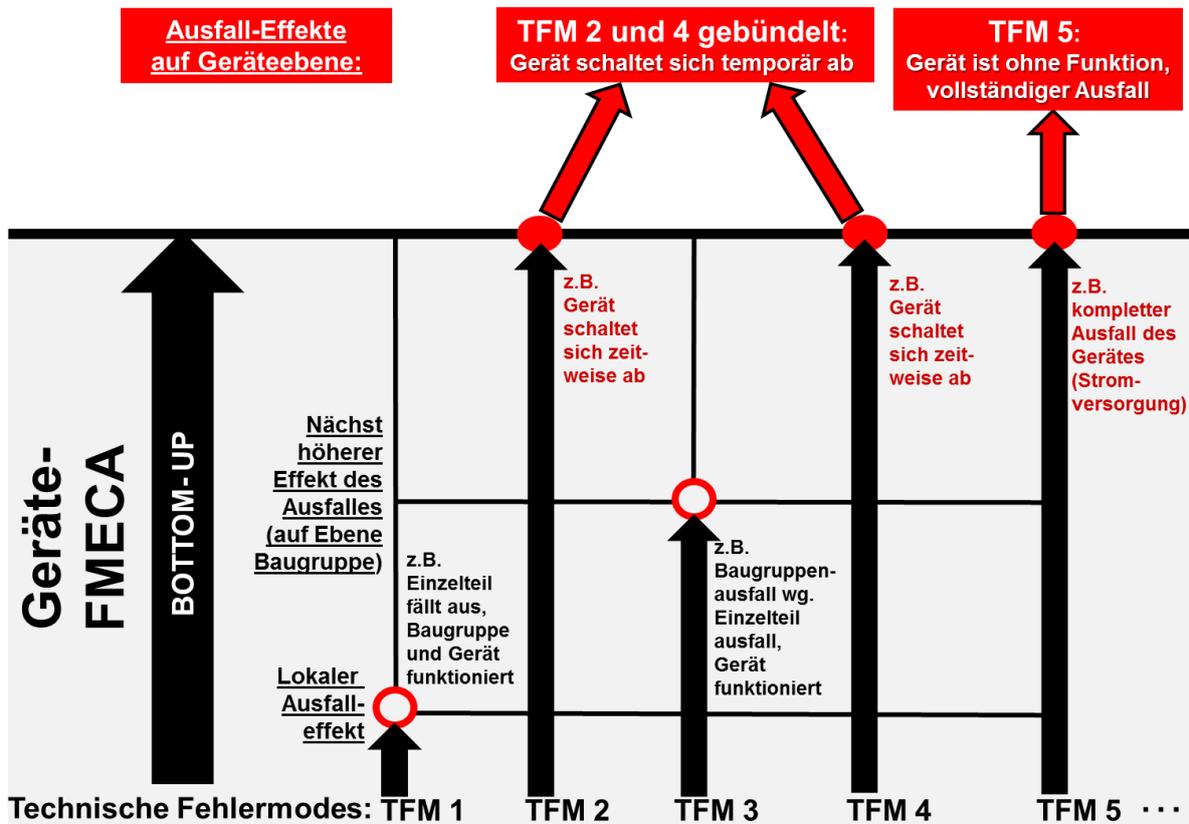


Abbildung 7: Die "Bottom-up" Analyse-Methode bei der Geräte-FMECA

Mit der Geräte-FMECA werden Auswirkungen einzelner „Technical Failure Modes“ (TFM 1, 2, 3,...) des Gerätes/Equipments untersucht. Die jeweiligen technischen Ausfalleffekte werden von unten nach oben („bottom-up“) auf verschiedenen Ebenen betrachtet (lokaler Ausfalleffekt, nächst höherer Ausfalleffekt,...). Nur diejenigen Ausfalleffekte, die zu erkennbaren Veränderungen der Gerätefunktion(en) führen (z.B. TFM 2/4 und TFM 5), sind als Ursachen für Funktionsfehler (FC) im Rahmen der System-FMEA in der „top-down“ Analyse relevant. Hier treffen die beiden Analysemethoden aufeinander und sind zu koordinieren.

Mit Schritt 3 der System Analyse erfolgt mit der „FF Categorization“ die Bestimmung von Functional Failure Criticality Codes (FFEC) auf Basis einer vorgegebenen Entscheidungslogik aus der ASD S4000P.

Mit dem abschließenden Schritt 4 der Systemanalyse „FC Assessment“ werden geeignete PMTR mit planmäßigen Intervallen oder - falls keine PMTR anwendbar und/oder effektiv sind - Forderungen bzw. Empfehlungen hinsichtlich Änderungen im konstruktiven Ansatz des Produkts ermittelt („redesign“ Forderung).

Abbildung 8 zeigt den Zusammenhang zwischen der Kritikalität möglicher Auswirkungen von Funktionsfehlern und der Relevanz von möglichen Funktionsfehlern für Zertifizierung bzw. Qualifikation von Produkten:

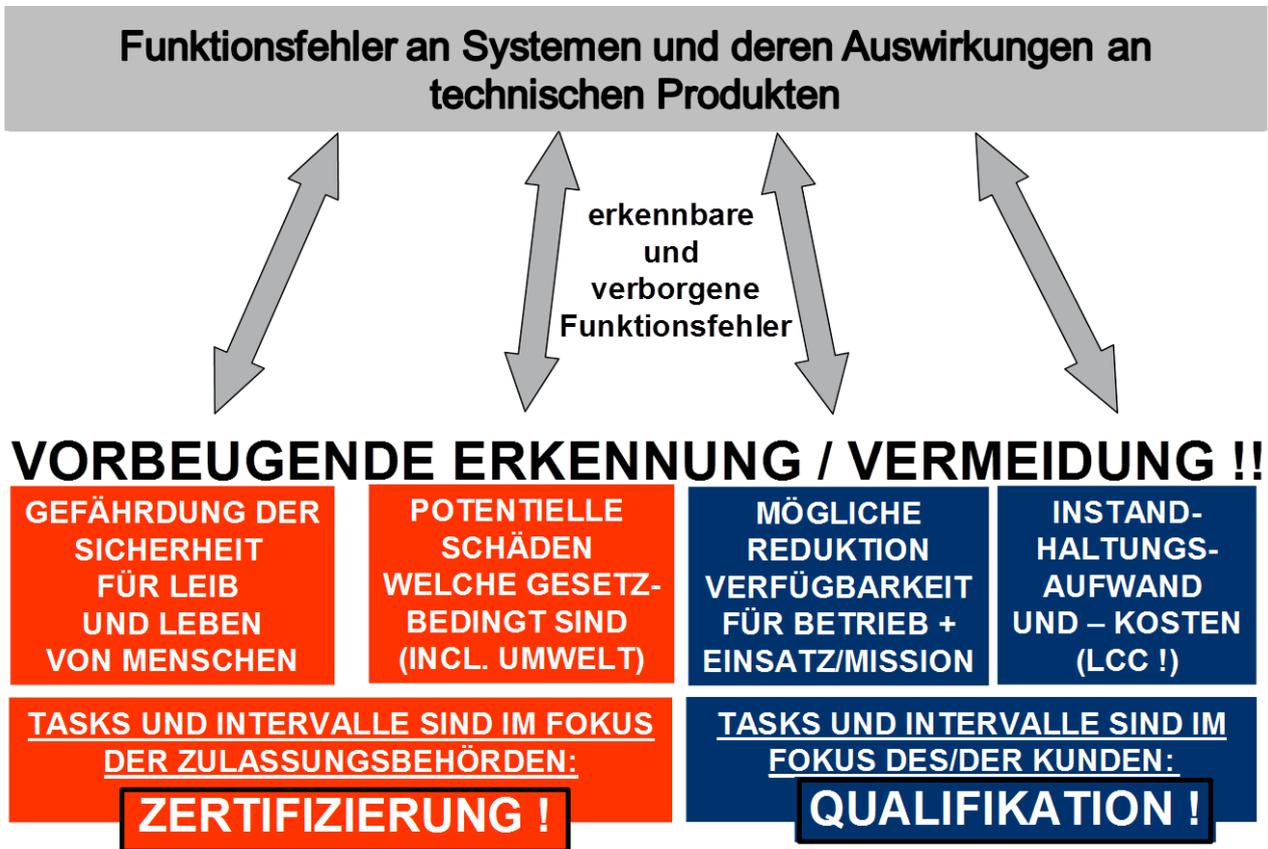


Abbildung 8: Relevanz von Funktionsfehlern und Fehlerauswirkungen in Produkt-Systemen

Bei Produkt-Systemen ist der/den zuständige(n) Behörde(n) die rechtzeitige effektive vorbeugende Erkennung und/oder Vermeidung potentiell sicherheitsrelevanter und/oder gesetzes-/umweltrelevanter Fehlerauswirkungen im Hinblick auf die Zulassung/Zertifizierung nachzuweisen.

Die effektive vorbeugende Erkennung und/oder Vermeidung von potentiell verfügbarkeits-, komfort- und/oder kostenrelevanten Fehlerauswirkungen ist der Nutzerseite des Produkts bei der Bundeswehr wichtig. Diese Anforderungen sind je nach Produkttyp und Vertragsgrundlage im Rahmen der Qualifikation oder in der gesamten Nutzungsphase des Produkts für den Hersteller eines Produkts relevant insbesondere wenn ein „Performance Based Logistic (PBL)“ Vertrag zwischen Hersteller und Bundeswehr geschlossen wurde/wird.

## Verbesserungen der Systemanalyse durch ASD S4000P

- Anwendbarkeit auf alle Typen von Produkten mit hoher technischer Komplexität,
- Ergänzung der möglichen Fehlerauswirkungen von Funktionsfehlern in der „FF Categorization“ um juristische / ökologische Aspekte sowie um Auswirkung auf Missionen und/oder Betrieb,
- Eindeutige Berücksichtigung der Bauzustandsdaten des Produkts in Bezug auf die Gültigkeit der herzuleitenden PMTR („design baselines and built standards“),
- Erweiterung auswählbarer Maßnahmentypen von PMTR im „FC Assessment“ gemäß der Normen DIN 31051 (Ref-010) und DIN EN 13306 (Ref-011),
- Keine Limitierung der PMTR-Maßnahmenauswahl im „FC Assessment“ vorab durch die Analyselogik wie dies z.B. bei ATA MSG-3 oder MIL-STD 1843 der Fall ist,
- Berücksichtigung von Sondereinsatzbedingungen von Produkten bei der Bundeswehr,
- Berücksichtigung von verwertbarer Informationsgewinnung und –meldung über den System/Equipment-Zustand über “condition / health monitoring systems” bei der PMTR-Auswahl während des „FC Assessments“,
- Berücksichtigung der Auftretenswahrscheinlichkeit einer Fehlerursache (Failure Cause = FC) in Kombination mit der Kritikalität des absehbar resultierenden Funktionsfehlers bei der PMTR Ermittlung,
- Abschließende Bewertung aller im „FC Assessment“ ermittelten PMTR in Abhängigkeit der “worst-case” Auswirkung des absehbar resultierenden Funktionsfehlers nach dem „FC Assessment“,
- Entscheidungshilfe zur Festlegung von PMTR-Intervalltypen und Intervallgrößen,
- Einführung von “fleet leader concept” und “initial inspection spots” (Pilotstellen) zur Reduktion des Durchführungsaufwandes in der späteren Instandhaltung des Produkts,
- Konsolidierung und Harmonisierung aller ausgewählten PMTR-Einzelmaßnahmen vor Übergabe der PMTR an die LSA-Datenbank nach ASD/AIA S3000L,
- Unterstützung eines Herstellers zur Erstellung eines projektspezifischen “Policy and Procedure Handbook”.

### 3.5.6. Einführung in die Strukturanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.3.

Bei der Analyse von Produkt-Strukturen wird nach ASD S4000P Kapitel 2.3 folgende Unterscheidung bei den analyserelevanten Strukturteilen getroffen:

- Kritische, sicherheitsrelevante Bauteile/Baugruppe („Structural Significant Items“ (SSI)) mit oder ohne der Festlegung von „Significant Details (SD)“ an einem SSI,
- Bauteile/Baugruppen, die als „Maintenance Relevant Structure (MRS)“ eingestuft werden. Im Versagensfall dieser Strukturteile entsteht eine deutliche Verfügbarkeitseinschränkung des Produkts aufgrund eines reparaturbedingten Nutzungs- Verfügbarkeitsausfalls.
- Bauteile/Baugruppen, die im Versagensfall und im Rahmen der Instandhaltung „nur“ kostenrelevant sind („Other/Uncritical Structure“).

Für SSI/SD wird im Vergleich zu MRS und „Other/Uncritical Structure“ erhöhter Analyseaufwand betrieben. Sowohl Umwelteinflüsse (Environmental Deterioration = ED) als auch Beschädigungsfaktoren (Accidental Damages = AD) werden bei der Bestimmung der PMTR Intervalle unter Verwendung von nachvollziehbaren „Rating Sheets“ analysiert. Resultierende PMTR für SSI/SD sind wegen der hohen Kritikalität zulassungsrelevant. Die planmäßige Instandhaltung der „Maintenance Relevant Structure“ und/oder der „Other/Uncritical Structure“ wird – abhängig vom Produkttyp – maximal im Rahmen der Qualifikation relevant.

#### Verbesserungen der Strukturanalyse durch ASD S4000P

- Anwendbarkeit auf alle Produkttypen mit hoher technischer Komplexität,
- Eindeutige Berücksichtigung der Bauzustandsdaten des Produkts in Bezug auf die Gültigkeit der herzuleitenden PMTR (Design Baselines and Built Standard),
- Nachvollziehbare Auswahllogik zur Bestimmung geeigneter PMTR (Inspektionen / Tests / Prüfungen) und nachvollziehbarer Intervalle durch Anwendung von „Rating-Sheets),
- Übersichtliche Hauptlogik, die auf die detaillierten Arbeitsblätter zur nachvollziehbaren Bestimmung geeigneter PMTR und deren Intervalle verweist,
- Bedarfsweise Definition von „Significant Detail(s) (SD)“ an einem SSI (das ist z.B. wichtig an großflächigen Komposit-Strukturbauteilen),
- Unterstützung zur Erstellung einer produkt-spezifischen Bewertungen der zu erwartenden Umwelteinflüsse (ED) und der potentiellen Einflüsse hinsichtlich mechanischer Beschädigungen (AD) zur Festlegung geeigneter PMTR Intervalle (Beispiele zur Gestaltung von Arbeitsblättern / Rating-Sheets),
- Berücksichtigung von Sondereinsatzbedingungen des Produkts bzw. der Flotte bei der Bundeswehr bei der Bewertung der Einflussfaktoren auf die SSI/SD,
- Abdeckung der Analysefähigkeit neuester Strukturmaterialien einschließlich künftiger Materialkombinationen,
- Einführung der Kategorie „Maintenance Relevant Structure“ (zusätzlich neben SSI/SD und „Other/uncritical Structure“),
- Einführung „Fleet Leader Concept“ und „Initial Inspection Spots“ (Pilotstellen) zur Reduktion des Durchführungsaufwandes,
- Abschließende Harmonisierung aller ausgewählten PMTR-Einzelmaßnahmen vor Übergabe der PMTR an die LSA-Datenbank nach ASD/AIA S3000L,
- Unterstützung eines Herstellers bei der Erstellung eines projektspezifischen „Policy and Procedure Handbook“

### **3.5.7. Einführung in die Zonenanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.4.**

Bei der Analyse von Zonen eines Produkts nach ASD S4000P Kapitel 2.4. sind PMTR mit Durchführungsintervallen auf Basis der

- „Standard Zonal Analysis“
- „Enhanced Zonal Analysis“ und/oder
- „L/HIRF Analysis“ und/oder
- zusätzlichen Analysemodulen (ZAM) zu ermitteln.

Mit der „Standard Zonal Analysis“ wird eine allgemeine Sichtprüfung (GVI) für jede ausgewählte Zone definiert. Das Durchführungsintervall hängt von den Parametern wie z.B. Zugangshäufigkeit von Personal in die Zone, Beschädigungsgefahren für die Zone und den eingebauten Systemen/Baugruppen/Bauteilen, Packungsdichte verschiedener technischer Systeme innerhalb der Zone, mögliche Umwelteinflüsse etc. ab. Die genannten Einflussparameter führen über ein PPH-Rating-Sheet zu einem nachvollziehbaren GVI Durchführungsintervall.

Die allgemeinen Sichtprüfungen (GVI) im Rahmen der Zoneninspektion sind nicht auf einen Inspektionsgegenstand bzw. ein –ergebnis gerichtet und dienen der Entdeckung möglicher

- offensichtlicher Schäden,
- loser, lockerer Teile,
- unzulässiger Ansammlung unerwünschter Substanzen (Wasser, Schmutz, Schimmel etc.),
- eventuell vorhandene Fremdkörper (Werkzeugteile, Rückstände von vorherigen Instandhaltungsarbeiten (z.B. Metallspäne), Tiere, Nester, etc.).

Die GVI der Zoneninspektion sind keinem FFEC zugeordnet, der die Sicherheit von Personen betrifft und/oder der eine Verletzung gültiger Gesetze/Umweltrichtlinien verursacht.

Die „Enhanced Zonal Analysis“ eignet sich zur Anwendung auf alle technisch komplexen Produkte. Die L/HIRF Analyse und zusätzliche ZAM sind stets produkt-individuell in einem PPH festzulegen. Sie hängen vom jeweiligen Produkttyp und den Einflussparametern in der Nutzung des Produkts ab. Alle PMTR, die zusätzlich zur „Standard Zonal Analysis“ definiert werden, sind zielgerichtete planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen, die auf ausgewählte Bauteile/Baugruppen/Teilsysteme des Produkts fokussiert sind. Sie bleiben aufgrund ihrer hohen Kritikalitätseinstufung eigenständige PMTR („stand-alone tasks“) und können nicht mit einer GVI für eine Zone zusammengelegt werden.

PMTR auf Basis der „Enhanced Zonal Analysis“, der „L/HIRF Analysis“ (ist nur bei bestimmten Produkten anwendbar) und ggf. weiteren ZAM (je nach Produkttyp) sind zulassungsrelevant. Diese PMTR stehen in potentielltem Zusammenhang mit der Betriebs-/Verkehrssicherheit.

## Verbesserungen der Zonenanalyse durch ASD S4000P

- Anwendung auf alle Produkttypen mit hoher technischer Komplexität,
- Modularer Aufbau der Zonenanalyse mit maximaler Flexibilität zur Anpassung auf unterschiedlichste Produkttypen,
- Eindeutige Berücksichtigung der Bauzustandsdaten des Produkts in Bezug auf die Gültigkeit der herzuleitenden PMTR („design baselines and built standard(s)“),
- Anweisung zur Bestimmung von Zonen des Produkts,
- Verbesserte “Standard Zonal Analysis” mit Berücksichtigung der Zugänglichkeit und Einsehbarkeit der zu analysierenden Zonen,
- Verbesserte “Enhanced Zonal Analysis”,
- Beispiele zur Gestaltung von Arbeitsblättern / Rating-Sheets
- Berücksichtigung von Sondereinsatzbedingungen des Produkts bei der Bundeswehr,
- Schnittstellen zu “System Analysis” und “Structure Analysis” bei der PMTR-Bestimmung und deren Intervall-Herleitung,
- Abschließende Harmonisierung von Ergebnissen aus den einzelnen Modulen der Zonenanalyse (alle ermittelten PMTR nebst Durchführungsintervallen) vor Übergabe der PMTR an die LSA-Datenbank nach ASD/AIA S3000L,
- Transfer von „stand-alone PMTR“, die im Rahmen der Zonenanalyse ermittelt wurden, zu den PMTR-Analyseergebnissen aus S4000P System- oder Strukturanalysen,
- Unterstützung eines Herstellers bei der Erstellung eines projektspezifischen “Policy and Procedure Handbook”.

### **3.5.8. Einführung in die „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) nach ASD S4000P Kapitel 3**

Mit Kapitel 3 bietet die ASD S4000P erstmals ein Verfahren zur Optimierung der wiederkehrenden planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen für technische Produkte in einem Analysestandard.

Damit ergänzt die ASD S4000P das Verfahren zur entwicklungsbegleitenden Analyse, welches in ASD S4000P Kapitel 2 beschrieben ist, um den gesamten Lebenszyklus von Produkten abdecken zu können.

Alle Analyseverfahren der Spezifikation ASD S4000P stehen im Produktlebenszyklus in gegenseitiger Verbindung und ergänzen sich sozusagen wie „zwei Seiten einer Medaille“.

Die konsequente kombinierte Anwendung von Kapitel 2 und 3 der Spezifikation ASD S4000P führt zu:

- Minimierung von Risiken, die vom Betrieb und/oder der Instandhaltung von Produkten ausgehen können,
- Einhaltung gesetzlicher Vorgaben/Umweltanforderungen bei Betrieb und Instandhaltung,
- Maximierung der Verfügbarkeit für Missionen und Betrieb und
- Minimierung der Lebenszykluskosten des Produkts in seiner Nutzungsphase.

Der ISMO-Prozess nach ASD S4000P Kapitel 3 deckt folgende Optionen bzw. Ausgangssituationen ab:

- Anwendung des ISMO Verfahrens in der Nutzungsphase von Produkten nachdem die entwicklungsbegleitende Analyse des Produkts bereits nach ASD S4000P Kapitel 2 durchgeführt wurde (= optimale ISMO Ausgangslage),
- Anwendung des ISMO Verfahrens in der Nutzungsphase von Produkten nachdem die entwicklungsbegleitende Analyse des Produkts auf Basis eines anderen Analyseverfahrens (ATA MSG-3, MIL-STD 1843 o.ä.) durchgeführt wurde/wird (= ISMO Ausgangslage muss individuell geprüft werden, siehe auch Abschnitt 3.5.4. in diesem Dokument)
- Anwendung des ISMO Verfahrens in der Nutzungsphase von Produkten, bei denen keine verwertbare Analysegrundlagen existieren (= schlechteste ISMO Ausgangslage).

In den letzten Jahren wurden bei der deutschen Industrie erfolgreich ISMO- Projekte für fliegende Waffensysteme der Bundeswehr durchgeführt. Die Wirksamkeit und der Erfolg des ISMO-Verfahrens wurde in den beiden folgenden Extremfällen aufgezeigt:

- Optimierung der Flotte von Aufklärungsflugzeugen der deutschen Marine P-3C Orion CUP (für ein rein deutsches MCPP Projekt (MCPP = „Maintenance Concept Program and Plan“) ohne nachvollziehbare Analysegrundlagen des US- Herstellers Lockheed Martin und wenig deutschen Betriebsdaten aufgrund der kleinen Luftfahrzeugflotte).
- Optimierung des Waffensystems Eurofighter Typhoon für die Streitkräfte der Nationen Deutschland, England, Italien, Spanien im Rahmen des multi-nationalen EISMO Projekts (EISMO= „Eurofighter In-Service Maintenance Optimization“). Einbeziehung umfassender viernationaler Analysegrundlagen mit umfassenden Betriebsdaten aller Flotten, Unterschiede in den nationalen Nutzungsszenarien und Unterschieden zwischen den national gültigen Dokumenten.

Das ISMO-Verfahren führt an den einzelnen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen eine logikbasierte, strukturierte Überprüfung im Zusammenhang mit einer Rückkopplung von Betriebsdaten/-erfahrung durch.

Diese Rückkopplung sollte alle Daten –und Informationsquellen der Bundeswehr einschließen, die für die Analyse der einzelnen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen verfügbar und nützlich sind.

Neben der Rückkopplung von Betriebserfahrungen vom analyserelevanten Produkt bei der Bundeswehr selbst, sollten folgende weiteren Quellen einbezogen werden:

- Betriebs- und Instandhaltungserfahrungen anderer Streitkräfte mit dem gleichen Produkttyp,
- Betriebs- und Instandhaltungserfahrungen anderer Streitkräfte mit anderen Typen von Produkten, wenn das/die instandhaltungsrelevante System/Baugruppe/Bauteil dort ebenfalls im Einsatz war/ist und wenn aussagekräftige Ergebnisse aus der Nutzung/Instandhaltung vorliegen,
- Ergebnisse aus Untersuchungen und Testreihen, die parallel zur Nutzung des Produkts bzw. der/des instandhaltungsrelevanten Systems/Baugruppe/Bauteils vorliegen,
- Informationen zu Neu-/Weiterentwicklungen an Systemen, Baugruppen, Bauteilen des Produkts,
- Kenntnisse zum neuesten Stand der Instandhaltungstechnologie, etc.

### **3.5.9. Informationen zur projektspezifischen Umsetzung der ASD°S4000P**

Produkt-Anteile, die eine Analyse auf Basis ASD S4000P Kapitel 2 erfordern (Analyse-relevante Kandidaten, ARC) und diejenigen Anteile, die keine Analyse erfordern (non-ARC), müssen vor dem Analysestart bestimmt, begründet und dokumentiert werden. Dies erfolgt in einem Analysehandbuch (z.B. „Policy and Procedure Handbook“ (PPH), „Analysis Guideline“, etc.), welches den zuständigen Zulassungsbehörden und/oder zuständigen Abteilungen beim Produkt-Hersteller zur Prüfung und Genehmigung vorzulegen ist.

Der technische Aufbau, die geplante Nutzung des zu analysierenden Produkts und die gültige Gesetzeslage beeinflussen maßgeblich den Analyseaufwand nach ASD S4000P.

Grundlage für die Durchführung von Analysen gemäß ASD S4000P ist die Definition eines möglichst realistischen Produkt-Nutzungsprofils, welches gemeinsam mit der Bundeswehr ebenfalls vor dem Start von Instandhaltungsanalysen zu erstellen und abzustimmen ist.

Die ASD S4000P Analysten verwenden diese Angaben/Vorgaben u.a. bei der Festlegung geeigneter PMTR Durchführungsintervalle.

Bei spontanen Abweichungen oder bei längerfristigen Änderungen sind die analytisch hergeleiteten PMTR mit ihren zugehörigen Intervallen von den verantwortlichen Analysten neu zu bewerten.

Das trifft auch dann zu, wenn die Nutzung des Produkts z.B. von der Bundeswehr auf einen anderen Nutzer übergeht und die jeweiligen Nutzungsprofile gegebenenfalls voneinander abweichen.

Auf der Basis eines genehmigten Analysehandbuchs ist es den Analysten möglich, die systematische Herleitung und Begründung erforderlicher PMTR mit ihren Intervallen für Systeme, für Struktur und die Zonen des Produkts durchzuführen. Die erzielten Ergebnisse fließen im ILS-Prozess auch in die technische Dokumentation für die Nutzungsphase des Produkts ein und sind von der verantwortlichen Instandhaltung umzusetzen.

Mit fortschreitender Nutzungsphase akkumulieren sich Erfahrungen im Zusammenhang mit der Durchführung der vorgeschriebenen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen nach gültigem Instandhaltungsprogramm des Produkts.

Die Lebenszykluskosten (LCC) des Produkts werden in der Nutzungsphase des Produkts durch

- die bekannten Vorgaben des Instandhaltungsprogrammes sowie durch
- alle während der Nutzungsphase zusätzlich festgelegten oder veränderten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen

maßgeblich beeinflusst.

Es liegt somit im zentralen Interesse der Bundeswehr, dass gemeinsam mit der Industrie die Effektivität aller planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen regelmäßig überprüft und bei Bedarf optimiert wird. Dies ist insbesondere deshalb von hoher Bedeutung, weil der Aufwand für die außerplanmäßige Instandhaltung eines Produkts infolge einer wirksamen planmäßigen Instandhaltung ebenfalls optimiert wird.

Zur Optimierung der Instandhaltungsgrundlagen und des bestehenden Instandhaltungsprogrammes ist das ISMO Verfahren nach ASD S4000P Kapitel 3 ggf. in einem weiteren Analysehandbuch projektspezifisch zu präzisieren. Nach dessen Genehmigung kann das ISMO-Verfahren in der Nutzungsphase von Produkten angewendet werden.

### 3.6. Reduktion / Vermeidung von Risiken durch Anwendung der ASD°S4000P im Bereich der Bundeswehr

Die internationale Spezifikation ASD S4000P nimmt eine zentrale Position sowohl in der Entwicklungsphase, als auch in der Nutzungsphase von Produkten der Bundeswehr ein:

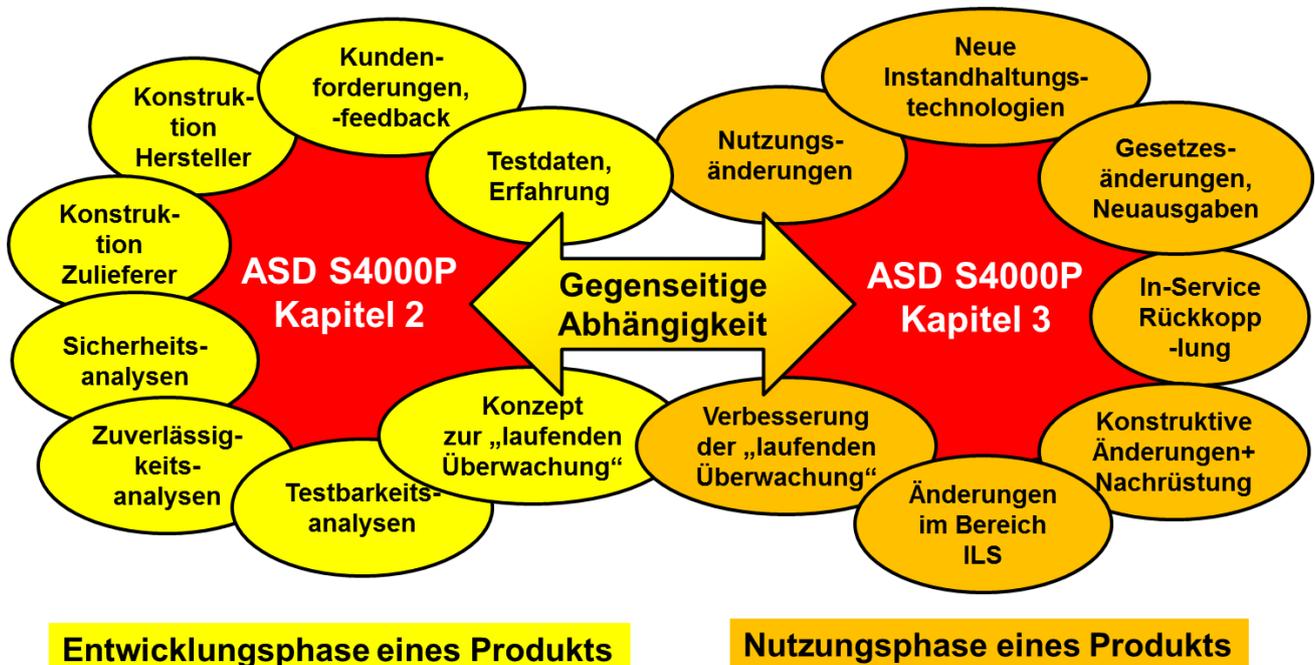


Abbildung 9: Zentrale Stellung und Funktionen der ASD S4000P im Lebenszyklus von Produkten

#### Die Reduktion / Vermeidung von Risiken in der Realisierungsphase eines Produkts:

Die Anwendung von ASD S4000P Kapitel 2 wirkt in der Realisierungsphase nach CPM (nov.) bei folgenden ausgewählten Projektrisiken risikobeseitigend bzw. risikomindernd:

##### Haftungsrisiken:

Es ist die gesetzliche Pflicht eines Unternehmens und damit auch der Bundeswehr, für das Produkt alles nach Stand der Technik einzuleiten bzw. zu tun, um die Betriebs-/Verkehrssicherheit des Produkts in seiner Lebensdauer sicherzustellen. „Fahrlässigkeit“ bzw. „grobe Fahrlässigkeit“ in der Umsetzung dieser Pflicht kann zur Haftpflichtleistung und zu weiterführenden juristischen Konsequenzen führen.

##### Beauftragungsrisiken:

Wenn die Bundeswehr nicht davon überzeugt ist, dass die herstellerinternen Prozesse in geforderte Leistungen und Produkten resultieren, dann wird die Industrie nicht beauftragt. Die Konsequenzen sind für (nationale) Hersteller von Produkten negativ.

##### Vertrags- und Kostenrisiken:

Sofern ein Vertrag zwischen Bundeswehr und Industrie zur Konstruktion, Produktion und Auslieferung des Produkts vorliegt, müssen geeignete Prozesse, Verfahren und Grundlagen die Vertragsforderungen unterstützen.

Wenn das Produkt nicht nutzungs- und instandhaltungsgerecht entwickelt und produziert wurde/wird, dann trägt die Bundeswehr und/oder der Hersteller ein hohes Kostenrisiko (je nach Vertragsgrundlage). Vertragsstrafen sind mögliche Konsequenzen für die Industrie.

Effektivitätsrisiken:

Die Einhaltung der Prozesse nach ASD S4000P wirken im Projekt grundsätzlich risikomindernd bzw. risikovermeidend durch die in Abbildung 9 dargestellten zentralen Koordinationsaufgaben mit vielfältigen Schnittstellen.

Qualitätsrisiken, Einfluss auf die öffentliche Meinung:

Ein Produkt, welches nicht nach klaren Vorgaben und Prozessen spezifiziert, entwickelt, produziert, ausgeliefert und instandgehalten wird, birgt Risiken, dass es den Anforderungen in der Nutzungsphase nicht (mehr) genügt. Negativschlagzeilen in der Presse mit negativem Einfluss auf die öffentliche Meinung sind erfahrungsgemäß die mögliche Folge.

**Die Reduktion / Vermeidung von Risiken in der Nutzungsphase eines Produkts:**

Während der Nutzungsphase von Produkten nach CPM (nov.) wirkt die Anwendung von ASD S4000P Kapitel 3 bei folgenden ausgewählten Projektrisiken risikobeseitigend bzw. risikomindernd:

Risiken zur Erhaltung der Betriebs-/Verkehrssicherheit und der Zulassung des Produkts:

Durch die Anwendung geeigneter vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen sind mögliche technische Ursachen, die zu sicherheits- bzw. zulassungsrelevanten Fehlerauswirkungen führen können, rechtzeitig zu erkennen bzw. zu beseitigen.

Behördenforderungen sind zu erfüllen und in ihrer Umsetzung nachzuweisen. Bei Nichteinhaltung bzw. mangelnder Umsetzung dieser Forderung kann unter Umständen der Entzug der Betriebserlaubnis für das betroffene Produkt erfolgen.

Verfügbarkeitsrisiken in der Nutzungsphase:

Geeignete planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen erkennen die Ursachen von Funktionsfehlern rechtzeitig bzw. schalten diese vor Eintritt der Fehlerursache aus.

Bei PBL-Verträgen müssen vertragsbedingte Forderungen der Bundeswehr erfüllt werden. Bei Nichterreichung der Vorgaben resultieren ggf. (hohe) Vertragsstrafen für die Industrie.

Kostenrisiken/Risiken bei den Lebenszykluskosten:

Geeignete planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen erkennen die Ursachen von Funktionsfehlern rechtzeitig bzw. schalten diese vor Eintritt der Funktionsfehler aus.

Bei PBL-Verträgen müssen vertragsbedingte Forderungen der Bundeswehr erfüllt werden. Bei Nichterreichung der Vorgaben resultieren ggf. (hohe) Vertragsstrafen für die Industrie.

Die Bundeswehr nutzt die Anwendung der ASD Prozesse, um die verantwortlichen PL beim sach- und fachgerechten Umgang mit den vorgenannten Risiken zu unterstützen.

Dabei ist es für den individuellen Typ eines Produkts erforderlich, die ASD Spezifikationen mit sinnvollem Umfang und geeigneter Ausprägung im Projekt umzusetzen.

Und es ist von entscheidender Bedeutung, die richtigen und notwendigen Aktivitäten und Maßnahmen in Abhängigkeit von der jeweiligen Projektphase im Lebenszyklus des Produkts einzuleiten, zu überwachen und/oder durchzuführen.

## 4. Phasenbezogene Anweisungen zur Anwendung der ASD S4000P im Lebenszyklus von Produkten der Bundeswehr

Es ist ein angemessenes Verhältnis zwischen dem Aufwand zur Durchführung von Analysen nach ASD S4000P und dem Aufwand zur Erfüllung von Anforderungen an ein Produkt anzustreben. Dies beinhaltet auch produktspezifische Nachweisführungen.

Die Analysen nach ASD S4000P haben folgende Hauptaufgaben, die teilweise den gesamten Lebenszyklus eines Produkts betreffen:

- Engineering Support
- Certification Support
- Qualification Support
- Integrated Logistic Support / ILS

In den nachfolgenden Abschnitten werden, ausgehend von den vorgegebenen Phasen des Beschaffungsprozesses CPM (nov.) (siehe Ref-002), Grundsätze zur aufwandsgerechten Anwendung der Spezifikation ASD S4000P beschrieben.

Falls durch qualifizierten Verzicht auf einzelne Analyseleistungen Aufwand, Kosten und Zeit eingespart werden kann, ohne dass die Qualität der Analyseergebnisse leidet, wird dies aufgezeigt. Dieser Leitfaden besitzt Anweisungsscharakter für die/den verantwortliche(n) PL.

### 4.1. Die Projektphasen nach CPM (nov.) der Bundeswehr

Die Bundeswehr hat mit dem „Customer Product Management (nov.)“ (siehe Ref-002), eine verbindliche Grundlage für die Bedarfsermittlung, Bedarfsdeckung und Nutzung von Produkten und Dienstleistungen eingeführt, welche folgende Sequenz von einzelnen aufeinanderfolgenden Teilphasen aufweist:

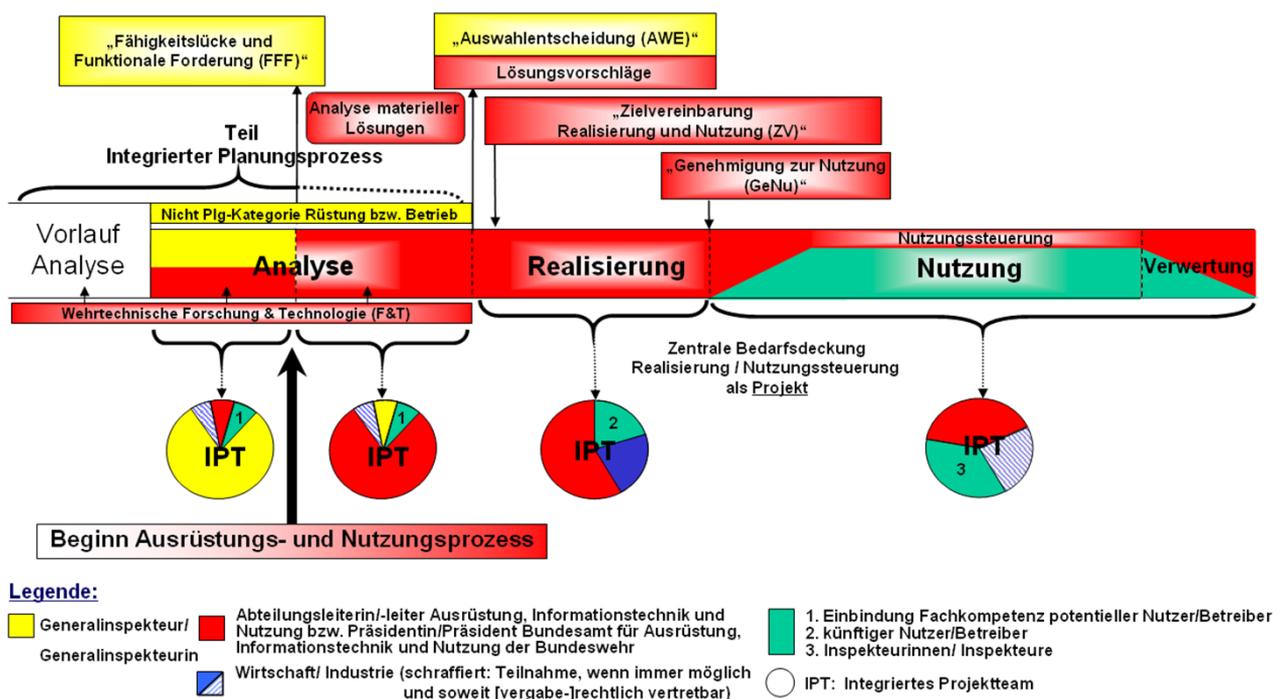


Abbildung 10: Die Projektphasen nach CPM (nov.) der Bundeswehr (siehe Ref-002)

Bei den CPM (nov.) - Projektphasen sind die Hauptphasen „Vorlauf Analyse“, „Analyse“, Realisierung“ und „Nutzung/Verwertung“ idealisiert als aufeinanderfolgende Blöcke dargestellt. In der Realität kann es bei Projekten zu Überlappung einzelner Blöcke kommen.

Zum besseren Verständnis der Ausführungen dieses Leitfadens ist in den nachfolgenden Abschnitten jeweils vor den Beschreibungen der einzelnen ASD S4000P-Aktivitäten die betroffene Teilphase des o.a. abgebildeten CPM (nov.) Gesamtprozesses optisch gekennzeichnet.

**Beispiel:**

Optische Kennzeichnung und Darstellung im CPM (nov.), wenn die beschriebenen ASD S4000P Aktivitäten die gesamte Realisierungsphase des Projekts betreffen:

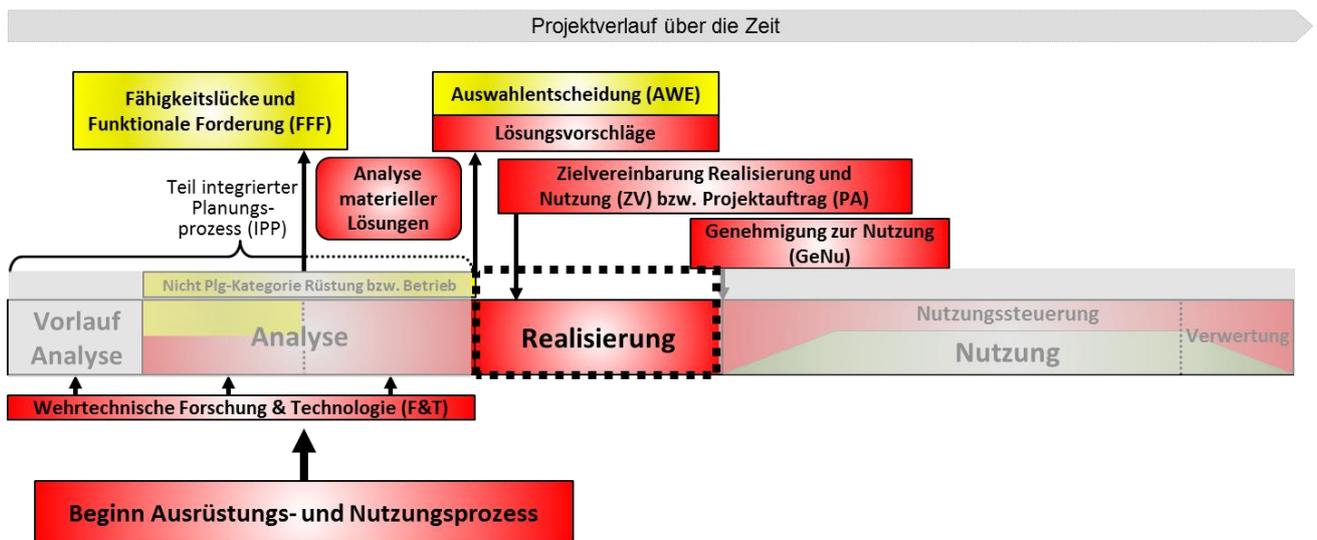


Abbildung 11: Beispiel zur Kennzeichnung von Aktivitäten, die für die gesamte Realisierungsphase gem. CPM (nov.) zutreffen

## 4.2. Formulierung von Fähigkeitslücken und Funktionalen Forderungen (FFF) gemäß CPM (nov.) der Bundeswehr

In diesen Phasen finden weder Forderungen noch Aktivitäten im Zusammenhang mit der internationalen Spezifikation ASD S4000P statt.

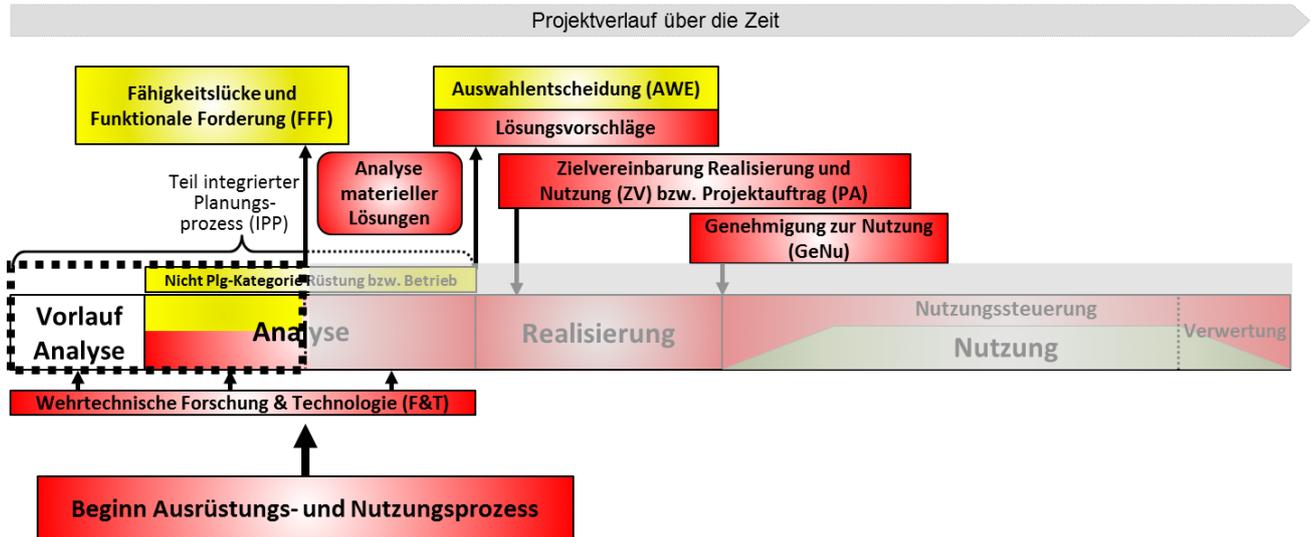


Abbildung 12: Definition von Grundlagen zu FFF nach CPM (nov.)

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:  
Keine/entfällt

### **4.3. Erstellung von projektspezifischer ASD S4000P Anwendungsdokumentation**

ASD S4000P basierte Analysen erfordern grundsätzlich die vorherige Erstellung, Prüfung und Genehmigung eines Grundlagendokumentes für die Analyse des betroffenen Produkts, welches üblicherweise als Analysehandbuch bzw. „Policy and Procedure Handbook (PPH)“ bezeichnet wird.

Die Angaben und Festlegungen in diesem Dokument sind eine unverzichtbare Voraussetzung für die spätere Durchführung der Analysearbeiten und der Freigabe der Ergebnisse.

Das PPH wird federführend von der Industrie vor dem Beginn der Durchführung von Analysetätigkeiten erstellt. Die Erstellung eines PPH erfolgt nach Beauftragung und unter Einbeziehung und Zuarbeit der Bundeswehr. Einerseits werden Angaben von der Nutzerseite der Bundeswehr zur geplanten Nutzung des Produkts benötigt und für die Analysten als Analysegrundlagen im PPH dokumentiert.

Andererseits ist/sind die für das zu entwickelnde Produkt zuständige(n) Zulassungsbehörde(n) frühzeitig in den PPH-Erstellungsprozess zu involvieren, um eine Prüfung und Freigabe des PPH zu erhalten.

PPHs zur Umsetzung der ASD S4000P werden im Lebenszyklus des Produkts in Abhängigkeit vom individuellen Projekt in folgenden Projekt-Varianten erstellt:

1. PPH, welches vorzugsweise die Neuentwicklung eines spezifizierten Produkts inklusive spätere, lokal beschränkte Modifikationen/Nachrüstungen etc. mit Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2 abdeckt.
2. PPH, welches ausschließlich die Optimierung der planmäßigen Instandhaltung eines Produkts in dessen Nutzungsphase mit Analysen nach ASD S4000P Kapitel 3 abdeckt.
3. PPH, welches eine Kombination aus Pos. 1 und Pos. 2 darstellt und für den gesamten Lebenszyklus des Produkts gilt.

#### Anmerkung:

In Abschnitt 9, Unterabschnitt 9.3. befinden sich Beispiele zum Inhaltsverzeichnis projektspezifischer „Policy and Procedure Handbooks“).

#### Erläuterungen zur projektabhängigen Festlegung der PPH-Variante(n):

Ein Produkt, welches nahezu vollständig neu entwickelt wird, wie z.B. eine neue Kampfflugzeug – Generation, erfordert erfahrungsgemäß in der Realisierungsphase ein PPH nach o.a. Pos. 1 und in der späteren Nutzungsphase ein weiteres PPH nach o.a. Pos. 2 zur Umsetzung der In-Service Maintenance Optimization (ISMO).

Für ein Produkt, welches eine Kombination aus bereits entwickelten, in anderen Produkten bereits genutzten Komponenten/Systemen und neuentwickelten Komponenten/Systemen darstellt, ist es empfehlenswert, ein PPH nach o.a. Pos. 3 zu erstellen.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Projektphasen nach CPM (nov.) in denen ein PPH in Abhängigkeit seiner o.a. Variante erstellt werden muss.

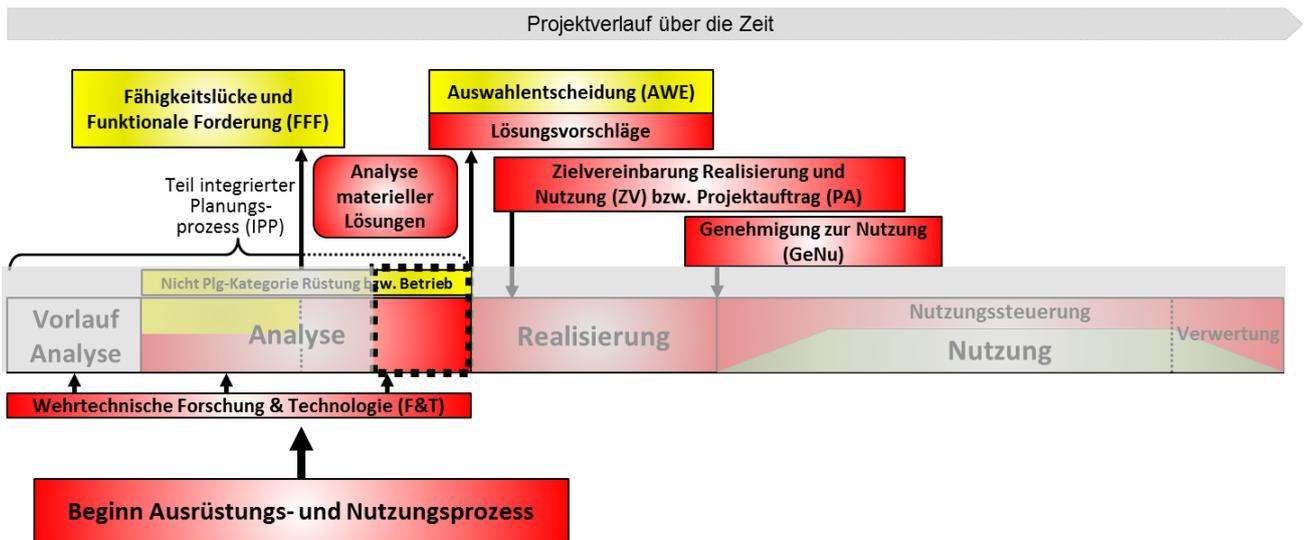


Abbildung 13: PPH Erstellung für die Projekt-Varianten nach Pos.1 und Pos. 3

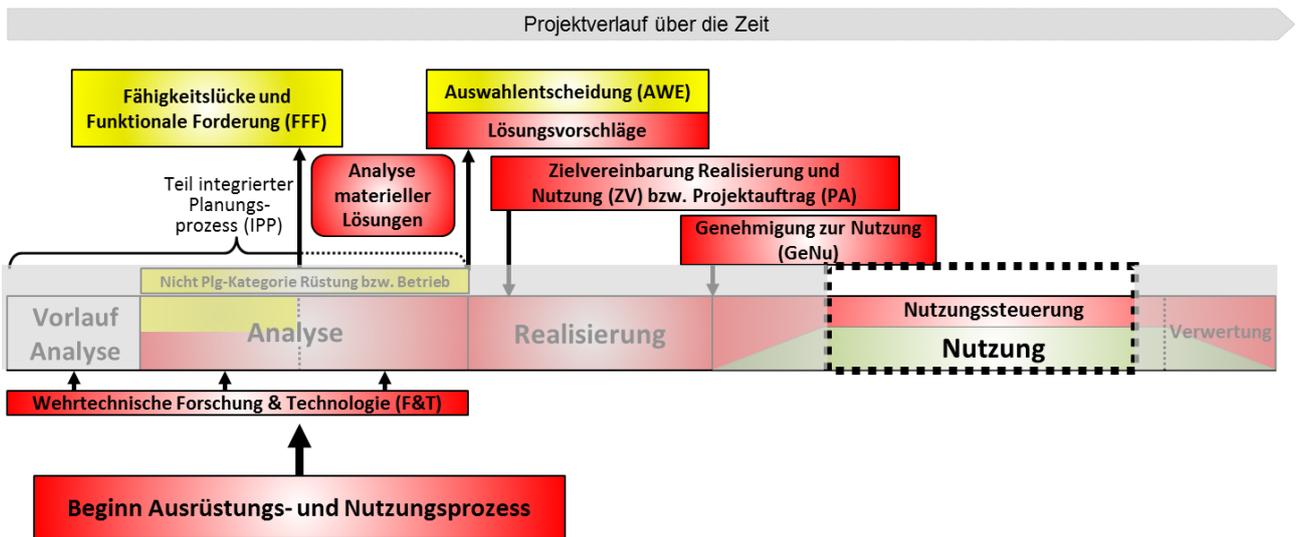


Abbildung 14: PPH Erstellung für die Projekt-Variante nach Pos. 2

Ein projektspezifisches Analysehandbuch (PPH o.ä.) ist ein unentbehrliches Grundlegendokument für alle am Analyseprojekt beteiligten Personen und Dienststellen. Es beschreibt alle notwendigen Details, um

- die analysebasierte Herleitung bzw. Bestätigung von PMTR für Systeme, Struktur und Zonen eines Produkts in der Realisierungsphase zu ermöglichen. Daraus geht später das „Anfangsinstandhaltungsprogramm“ („initial Operators’ Maintenance Program“ („initial OMP“)) hervor. Es enthält alle planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen, die ab dem Start der Nutzungsphase für das Produkt gelten und nachweislich durchzuführen sind.
- die analysebasierte Optimierung von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen. Der Inhalt der gültigen technischen Dokumentation eines Produkts (während der Nutzungsphase) wird auf Basis der Erfahrungen aus der Nutzungsphase des Produkts sowie weiterer Kenntnisse und Inputs (z.B. von Komponententests, übertragbare Erfahrungen mit anderen Produkten etc.) geprüft.

Folgende inhaltliche Mindestanforderungen sind an ein Analysehandbuch (PPH o.ä.) für das analysgegenständliche Produkt zu stellen:

- Änderungsverzeichnis, Inhaltsverzeichnis, Abbildungsverzeichnis, Referenzen,
- Einleitung mit Beschreibung von Hintergrund und Zweck,
- Angaben zum geplanten Betrieb und Nutzung des Produkts bei der Bundeswehr bzw. im Bedarfsfall zu deren Abweichungen.  
Anmerkung: Berücksichtigung der Angaben im ORD, CRD,
- Rahmenvorgaben im Hinblick auf die geplante bzw. tatsächliche Instandhaltung,
- Übersicht der zu analysierenden Teilsysteme und –bereiche (z.B. als Ergebnis einer Vorselektion von ARC, SSI und Zonen),
- Etwaige Vorgaben / Auflagen seitens der verantwortlichen Zulassungsbehörden/-stelle(n),
- Präzisierung der Analysegrundlagen (z.B. Erarbeitung spezifischer „Rating Sheets“ zur Bestimmung von Inspektionsintervallen für die Strukturinspektionen,
- Zuordnung der Analyseverantwortungen (insbesondere notwendig bei komplexen Projekten mit z.B. Beteiligung mehrerer Nationen/Firmen),
- Organisatorische, administrative Vorgaben und Regelungen,
- Anzuwendende projektspezifische Analyselogiken mit Beschreibung,
- Vorgaben zum anzuwendenden Analyse-IT-Tool(s),
- Prozessbeschreibung(en),
- Reviews, Prüfung, Freigabe der Analyseergebnisse, Aktualisierungen/Updates,
- Anhänge mit Abkürzungen/Definitionen, Formblättern, Projektplan, Meilensteine, Org-Charts, etc.

Anmerkung:

In Abschnitt 9, Unterabschnitt 9.3. befinden sich Beispiele zum Inhaltsverzeichnis projektspezifischer “Policy and Procedure Handbooks“).

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Grundsatzforderung der/des PL, dass neu zu entwickelnde Produkte in der Realisierungsphase der Instandhaltungsanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2 unterliegen.
2. Grundsatzforderung der/des PL, dass in der Realisierungsphase eines Produkts die Anwendung der Instandhaltungsanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2 spezifisch für das betroffene Produkt anzupassen und in einem Policy and Procedure Handbook (PPH), einem Guidance Dokument oder PLK zu dokumentieren ist. Der notwendige Analyseaufwand ist in diesem Dokument projektspezifisch zu minimieren, um ein maximales Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen („tailoring“ des Analyseaufwandes)
3. Grundsatzforderung der/des PL, dass in der Nutzungsphase ein bereits eingeführtes Produkt mit langer Lebensdauer und hohen LCC nach ASD S4000P Kapitel 3 (ISMO) zu analysieren und zu optimieren ist.
4. Grundsatzforderung der/des PL, dass in der Nutzungsphase eines Produkts ISMO nach ASD S4000P Kapitel 3 für das betroffene Produkt individuell anzupassen und die Vorgehensweise in einem PPH, Guidance Dokument oder PLK zu dokumentieren ist. Der notwendige Analyseaufwand ist in diesem Dokument projektspezifisch zu minimieren, um ein maximal günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen („tailoring“ des Analyseaufwandes).
5. Erarbeitung von Vorgaben zum geplanten Betrieb und der Nutzung des Produkts durch die/den PL. Es können auch mehrere Nutzungsszenarien bei einem Produkt relevant sein/werden.
6. Vorgaben der/des PL zu geplanten Rahmenbedingungen und Grundsatzforderungen seitens der Bundeswehr bezüglich dem grundsätzlichen Instandhaltungskonzept für das Produkt.
7. Klärung durch die/den PL, welche Vorgaben insbesondere seitens der Projektelemente (PE) Logistik, Arbeitssicherheit, Verkehrssicherheit (einschließlich Flugsicherheit) und Umweltschutz vorliegen, die im projektspezifischen Analysehandbuch nach ASD S4000P (PPH o.ä.) zu berücksichtigen und zu integrieren sind.
8. Klärung durch die/den PL, welche Mitprüfungs- und Freigabeberechtigte für ein projektspezifischen Analysehandbuch nach ASD S4000P (PPH o.ä.) zu benennen sind.
9. Überprüfung und Mitprüfung der korrekten Umsetzung der Angaben der Bundeswehr im Analysehandbuch (PPH o.ä.) durch die/den PL.
10. Forderung der/des PL und spätere Überprüfung der korrekten Einbeziehung der Bundeswehr in Review – Prozess(en) von Analyseergebnissen des Herstellers und/oder der Zulieferer.
11. Benennung erfahrener Fachleute der Bundeswehr zum Thema Instandhaltung durch die/den PL zur bedarfsweisen Unterstützung des/der Analyseteams der Industrie.

## 4.4. ASD S4000P – basierte Analysen während der Realisierungsphase

### 4.4.1. Die frühe Realisierungsphase nach CPM (nov.)

In der frühen Realisierungsphase nach CPM (nov.) startet bei der Industrie die Entwicklung von Produkten für die Bundeswehr.

Erste konstruktive Aktivitäten finden bei der Industrie spätestens nach Bekanntwerden der Auswahlentscheidung (AWE) statt (in der Regel sogar früher).

Nach Beauftragung des Projekts bei der Industrie ist von voller Aktivität bei der Konstruktion des Produkts auszugehen.

Alle ASD S4000P –basierten Analysen nach Kapitel 2 benötigen einen ersten konkreten konstruktiven Ansatz für das Produkt. Aus diesem Grund geht dieser Leitfaden davon aus, dass die Analyseaktivitäten nach ASD S4000P frühestens nach Unterzeichnung des Projektauftrages (PA) beginnen werden:

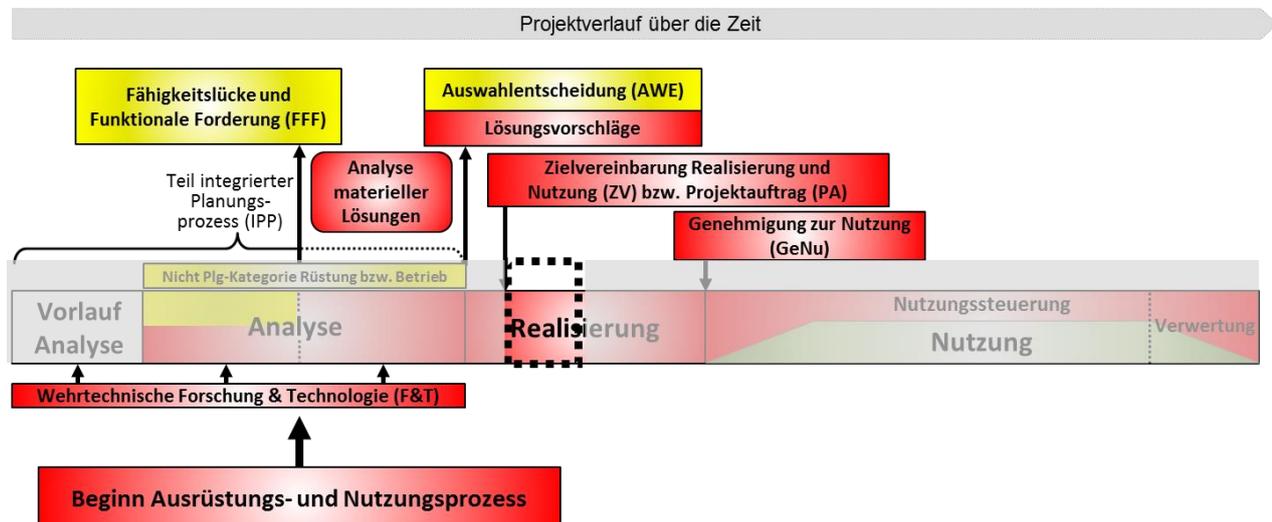


Abbildung 15: Die frühe Phase der Entwicklung von Produkten für die Bundeswehr

Zielsetzungen und erzielbare Vorteile von frühen Instandhaltungsanalyse(n) nach ASD S4000P Kapitel 2 sind:

- Unterstützung der Konstruktionsleistungen und Beratung der Entwicklungsabteilungen nach Vorlage eines konkreten konstruktiven Lösungsansatzes aus Sicht der Instandhaltungsexperten zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Entwicklung;
- Ermittlung von Analyseschwerpunkten für Systeme, für Struktur und für Zonen des Produkts. Dokumentation der Ergebnisse im Analysehandbuch (PPH o.ä.), um die ersten Analyseaktivitäten darauf zu konzentrieren,
- Überprüfung und Erreichen spezifizierter Anforderungen insbesondere im Hinblick auf die künftige Sicherheit, Gesetzeskonformität und Umweltverträglichkeit des Produkts.
- Beitrag zur Reduktion von Entwicklungsrisiken bei den Vertragspartnern einschließlich Risiken bei der Zulassungsfähigkeit durch die zuständige(n) Behörde(n).

Nach Anwendung der Analyseprozesse nach ASD S4000P Kapitel 2 können als Analyseergebnisse neben wiederkehrenden PMTR mit planmäßigen Intervallen auch Forderungen/Empfehlungen hinsichtlich Konstruktionsänderungen entstehen.

Dieser Fall tritt ein, wenn bei der betrachteten konstruktiven Auslegung die Durchführung von PMTR voraussichtlich nicht möglich und/oder nicht effektiv ist. In der Systemanalyse gemäß ASD S4000P Kapitel 2.2. führt dann beispielsweise die Analyselogik „FC Assessment“ zur Forderung oder Empfehlung einer Konstruktionsänderung des Produkts.

Derartige gravierende Erkenntnisse / Ergebnisse zur Einschränkung bzw. Behinderung der Instandhaltbarkeit müssen im Lebenszyklus eines Produkts möglichst früh vorliegen, weil sie eine dringende Rückkopplung zu den verantwortlichen Konstrukteuren im Entwicklungsprozess erfordern.

Somit müssen die zuständigen Fachabteilungen und Bereiche des „Engineering Support“ spätestens ab dem Entwicklungsstart des Produkts eingebunden werden, damit die notwendigen ASD S4000P-basierten Instandhaltungsanalyse(n) erfolgen können.

Ausgewählte Analyseaktivitäten in der frühen Realisierungsphase verhindern, dass

- die Konstruktion des Produkts ggf. zu einem späteren Zeitpunkt mit (ggf.) hohem Aufwand und zusätzlicher Projektverzögerung geändert werden muss,
- die Anforderung(en) gemäß Spezifikation der Bundeswehr © möglicherweise nicht oder nur teilweise erreicht / erfüllt werden kann/können,
- zusätzliche ungeplante Risiken (insbesondere Zeitverzögerung, zusätzliche Kosten) für die Vertragspartner entstehen,
- eine Konstruktionsänderung auf Basis der Erkenntnisse aus der Analyse ist ggf. zu einem späteren Zeitpunkt gar nicht mehr realisierbar. Die Bundeswehr muss je nach individuellem Projekt die Nachteile oder Einschränkungen von Analysetätigkeiten in der geplanten Nutzungsphase des Produkts abwägen und mitteilen.

Solange die produktverantwortliche(n) Konstruktionsabteilung(en) keinen konkreten Entwurf zum Produkt-Design gemäß der o.a. Spezifikation der Bundeswehr erarbeitet und geliefert hat/haben, können noch keine Analyseaktivitäten nach ASD S4000P Kapitel 2 stattfinden.

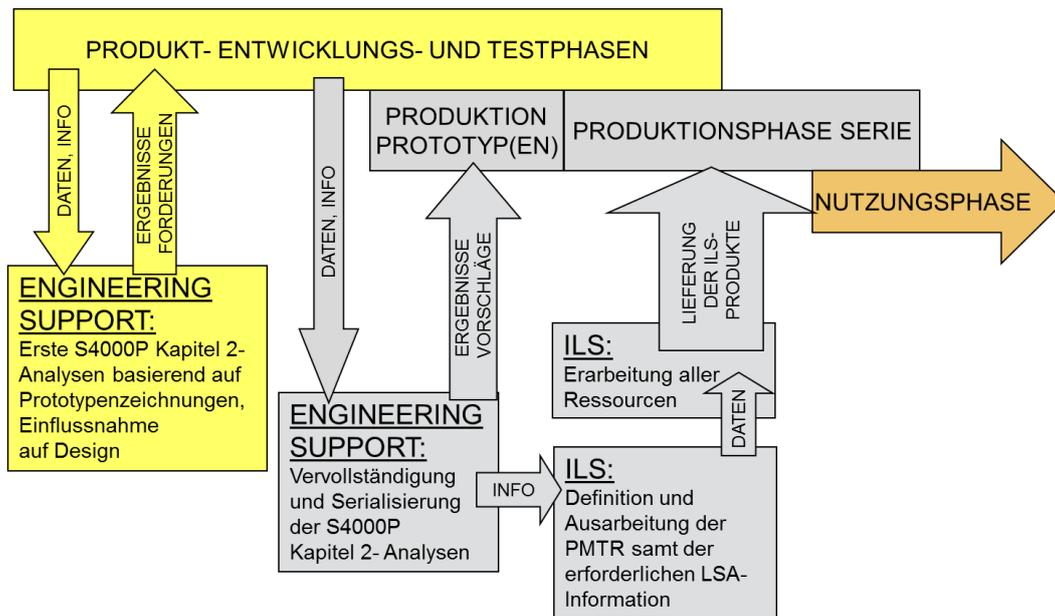


Abbildung 16: Frühe Einflussnahme des Engineering Support auf die Entwicklung von Produkten für die Bundeswehr

Fachspezialisten des „Engineering Support“ müssen an den „Product design-reviews“ teilnehmen. Ein vorläufiges Design-Review (Preliminary Design Review = PDR) des Produkts bzw. seiner Komponenten findet üblicherweise vor der Festlegung des Prototypen-Bauzustandes und Fertigung erster Produktprototypen statt.

#### Anmerkung:

ILS und LSA Aktivitäten beginnen parallel zu den Aktivitäten des „Engineering Support“ bereits in frühen Entwicklungsphasen. Abb. 16 zeigt die Abläufe speziell aus der Sicht der PMTR –Herleitung.

#### **Die phasenbezogenen Analysetätigkeiten der Industrie an Produkt-Systemen nach ASD S4000P Kapitel 2.2. sind:**

- ⇒ Analyse von Produktsystemen, ob jeweils das komplette System oder nur ausgewählte Systemanteile zu analysieren sind (siehe ASD S4000P, Kapitel 2.2; „ARC and non-ARC determination“). Dies führt erfahrungsgemäß zur Begrenzung des Analyseaufwandes weil unkritische Systeme bzw. Anteile davon ausgeschlossen werden können,
- ⇒ Berücksichtigung von Erfahrungen mit Produkten und Erfahrungen nach früherem Stand der Technik,
- ⇒ Ermittlung von Vorgaben/Anordnungen seitens verantwortlicher Zertifizierungsbehörde(n) und/oder seitens des deutschen Gesetzgebers,
- ⇒ Durchführung der Analyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. für alle ARC und deren Funktion(en), die eine potentiell „sicherheits- und/oder gesetzlich relevante Fehlerauswirkung“ für das Produkt haben kann/können. Einstufung dieser Funktionsfehler liegt gemäß dem Analyseschritt „FF Categorization“ vor,
- ⇒ Ermittlung der zugehörigen möglichen Fehlerursachen für die genannten Auswirkungen der ausgewählten kritischen Funktionsfehler,
- ⇒ Durchführung des Analyseschritts „FC Assessments“ für jede einzelne ermittelte Fehlerursache für kritische Funktionsfehler,
- ⇒ Dokumentation aller ermittelten PMTR mit den Intervallen und Kritikalitätseinstufungen,
- ⇒ Ermittlung und Begründung von Forderungen nach Konstruktionsänderung, sofern keine PMTR bestimmt werden können.

### Informationen zur Forderung nach dringender Konstruktionsänderung („REDESIGN MANDATORY“):

Sofern bei „sicherheits- und/oder gesetzlich relevanter Fehlerauswirkung“ eines Funktionsfehlers für die potentielle(n) Fehlerursache(n) kein anwendbarer und effektiver PMTR mit planmäßigem Intervall ermittelt werden kann (weil nicht wirksam und/oder nicht effektiv), führt die Analyselogik zur Forderung „redesign mandatory“.

Solche dringend notwendige Konstruktionsänderungen sind so früh wie möglich im Entwicklungs- und Analyseprozess des Produkts aufzudecken und zwecks Klärung der zuständigen Konstruktionsabteilung des Herstellers/Zulieferers mitzuteilen.

Aufgrund der fehlenden Stabilität einer frühen Konstruktion sollten die Analysen anderer Funktionen, Fehlerauswirkungen und Fehlerursachen zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Der Aufwand von Mehrfachanalysen an Produktsystemen wird dadurch gesenkt.

### Die phasenbezogenen Analysetätigkeiten der Industrie an einer Produkt-Struktur nach ASD S4000P Kapitel 2.3. sind:

- ⇒ Durchführung der Strukturanalyse für alle identifizierten SSI und den zugeordneten SD (sofern SD festgelegt wurden)
- ⇒ SSI/SD Identifikationsprozess in enger Zusammenarbeit mit der verantwortlichen Konstruktionsabteilung der Produktstruktur

### Informationen zur Forderung nach dringender Konstruktionsänderung („REDESIGN MANDATORY“):

Alle SSI/SD (siehe SSI-Definition in ASD S4000P Kapitel 2.3.) sind durch die Industrie zu analysieren, weil ein Versagen der SSI mit oder ohne SD im schlimmsten Fall zu einer potentiell „sicherheitsrelevanten Fehlerauswirkung“ beim Produkt führen kann.

Sofern für SSI/SD kein PMTR mit Intervall ermittelt werden kann (z.B. weil nicht wirksam und/oder nicht effektiv), entsteht die Forderung SSI/SD „redesign mandatory“. Falls diese strenge Forderung das Analyseergebnis ist, muss eine Klärung so früh wie möglich im Entwicklungsprozess erfolgen.

Aufgrund der fehlenden technischen Stabilität einer frühen Konstruktion sollten die Analysen der anderen Strukturbauteile und –baugruppen auf einen späteren Zeitpunkt erfolgen. Der Aufwand von Mehrfachanalysen an der Produktstruktur wird dadurch gesenkt.

### Die phasenbezogenen Analysetätigkeiten der Industrie an Produkt-Zonen nach ASD S4000P Kapitel 2.4. sind:

- ⇒ Beantwortung der Fragen der „Standard Zonal Analysis“ (SZA) bezüglich Zugänglichkeit und grundsätzliche Einsehbarkeit der Zonen,
- ⇒ Durchführung der „Enhanced Zonal Analysis“ für alle dafür ausgewählten Zonen,
- ⇒ Durchführung der „L/HIRF Analysis“ je nach Produkttyp für ausgewählte Zonen,
- ⇒ Durchführung weiterer projektspezifischer ZAM je nach Produkttyp für ausgewählte Zonen sofern sicherheitsrelevante/gesetzlich relevante/Umwelt-relevante Aspekte betroffen sind/sein können.

### Informationen zu Forderungen nach dringender Konstruktionsänderung („REDESIGN MANDATORY“):

Sofern keine PMTR mit planmäßigen Intervallen für die o.a. kritischen Aspekte der Zonenanalyse ermittelt werden können (weil nicht wirksam und/oder nicht effektiv), entsteht jeweils die Forderung „redesign mandatory“. Falls diese strenge Forderung das Analyseergebnis ist, muss sie so früh wie möglich im Entwicklungsprozess eingebracht werden und eine Klärung erfolgen.

Aufgrund der fehlenden Stabilität einer frühen konstruktiven Auslegung bei den Zonen des Produkts sollten weitere Zonenanalysen erst zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Der Aufwand von Mehrfachanalysen für Produktzonen wird dadurch gesenkt.

#### Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Durchführung eines intensiven Abgleiches der Anforderungen in der Spezifikation des Produkts zwischen PL und Industrie vor der Beauftragung in der Realisierungsphase.
2. Festlegung der Nachweismethoden pro Bundeswehr-Forderung der Spezifikation für die spätere Qualifikation des Produkts (Means of Compliance (MoC)) durch die/den PL.
3. Frühe Einbeziehung des PE Verkehrssicherheit, PE Umweltschutz und PE Arbeitssicherheit durch die/den PL da diese PE für die spätere Zulassung des Produkts zuständig sind (Festlegung der Nachweismethoden erforderlich)
4. Zuarbeit der/des PL und geeigneter Dienststellen bei der Erarbeitung des PPH auf Basis ASD S4000P Kapitel 2.
5. Einbringung der von der Bundeswehr geplanten und abgestimmten Nutzungsinformationen/-daten in das PPH durch die/den PL.
6. Mitwirkung der/des PL in der Festlegung des Analyseumfanges, der im PPH festgelegt wird. (in Abhängigkeit von der Komplexität des Produkts, dessen maximaler Fehlerauswirkung(en) und den Zulassungsaufgaben können in einem PPH etwaige Analyse-Einschränkungen für das Produkt oder Teilen davon – individuell vereinbart werden).
7. Forderung der Empfehlungen zur Analysereihenfolge der analyserelevanten Systeme, Strukturteile und Zonen des Produkts gemäß diesem Leitfaden bei der Industrie und Überwachung durch die/den PL.
8. Regelmäßige Abfrage, Bewertung und Kommentierung der Analyseergebnisse bei der Industrie durch die/den PL z.B. im Rahmen von (regelmäßigen) Reviews, Berichten etc.
9. Bedarfsweise Beistellung erfahrener Fachleute zum Thema Instandhaltung seitens der Bundeswehr durch die/den PL zur Unterstützung des/der Analyseteams nach Analysestart.

#### 4.4.2. Die fortgeschrittene Realisierungsphase nach CPM (nov.)

An die frühe Realisierungsphase schließt sich die fortgeschrittene Realisierungsphase mit der Weiterführung der Entwicklung des Produkts bei der Industrie an. Hier konkretisiert sich die konstruktive Auslegung des Produkts. Prototypenbau und –tests geben Rückmeldungen zur gewählten konstruktiven Auslegung. Nicht selten muss der ursprüngliche konstruktive Ansatz neu überdacht und geändert werden.

Im CPM (nov.) Prozess der Bundeswehr findet die fortgeschrittene Realisierungsphase deutlich nach der Zielvereinbarung Realisierung und Nutzung (ZV) bzw. dem Projektauftrag (PA) und deutlich vor der Genehmigung zur Nutzung (GeNu) statt.

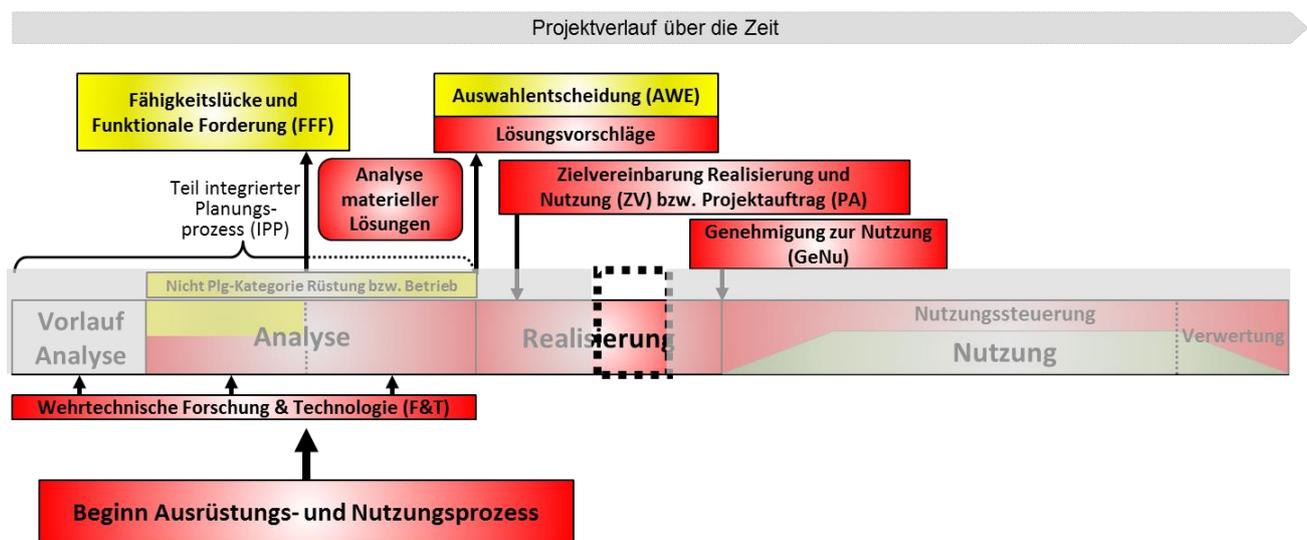


Abbildung 17: Die fortgeschrittene Realisierungsphase und die weitere Produkt-Entwicklung

Mit fortschreitender Entwicklung und Erarbeitung erster Bauunterlagen erfolgt die Definition des Bauzustandes eines oder mehrerer Produkt-Prototypen, um Tests und erste funktionelle Nachweis(e) durchzuführen.

Auch die Produkt-Prototypen erfordern spätestens ab Inbetriebnahme die Durchführung von planmäßigen und außerplanmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen. Bei deren Festlegung sind diejenigen PMTR-Ergebnisse zu integrieren, die aus der frühen ASD S4000P-Analyse der frühen Realisierungsphase bereits vorliegen.

Erfahrungsgemäß wird jedoch im Zusammenhang mit dem Prototypenbetrieb häufig ein überhöhter planmäßiger Instandhaltungsaufwand auf der Basis „Best Engineering Judgement (BEJ)“ festgelegt. Diese Vorgehensweise hat auch das Ziel, möglichst viel Erfahrung aus dem Prototypenbetrieb /-versuch zu gewinnen. Instandhaltungsmaßnahmen, die neben planmäßigen, wiederkehrenden Intervallen auch nur einmaligen Durchführungscharakter haben können, werden in dieser Projektphase schwerpunktmäßig durch verantwortliche Konstruktionsabteilungen und/oder Zulieferern von Systemen /- baugruppen /- bauteilen festgelegt.

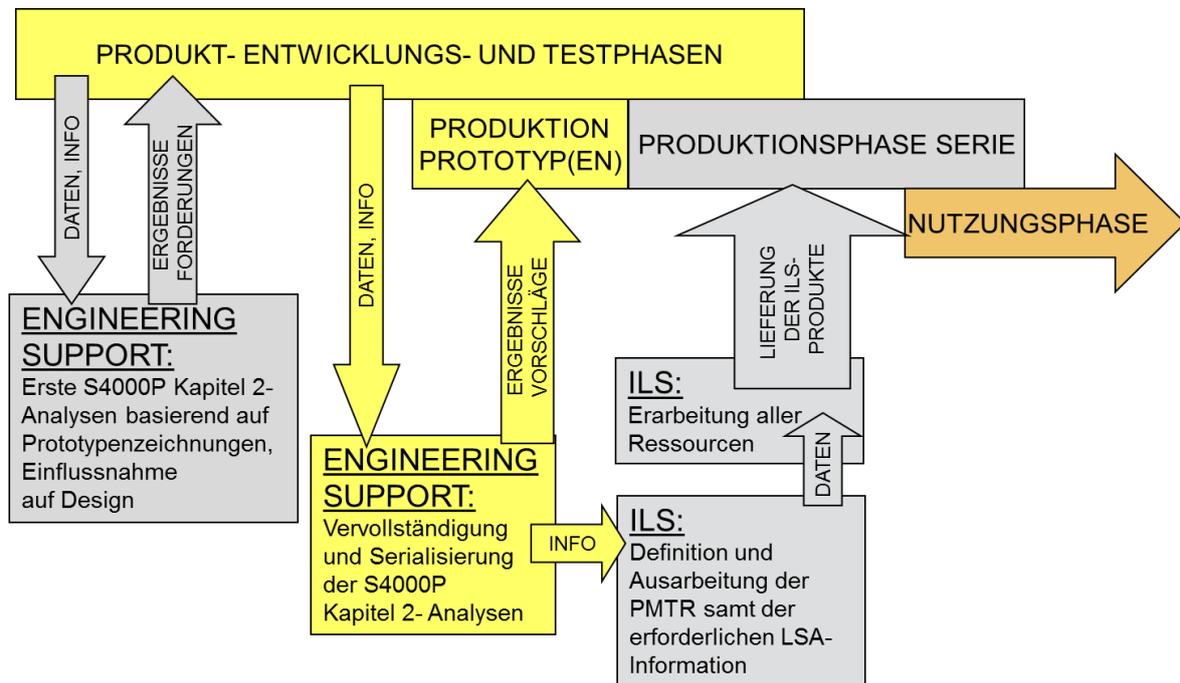


Abbildung 18: Engineering Support in der fortgeschrittenen Produkt-Entwicklung

### **Fortführung der Analyse der Systeme, der Struktur und der Zonen von Produkten nach ASD S4000P:**

Der Bauzustand des/der Prototypen ist mit Zeichnungssatz und Konstruktionsdaten in der Industrie nachvollziehbar definiert.

Bevor die Industrie technische Änderungen aufgrund der Tests und Betriebserfahrungen mit dem Prototypen beschließt, ist es erforderlich, dass alle von der Änderung betroffenen Fachbereiche die mögliche(n) Auswirkung(en) der Konstruktionsänderung analysieren und bewerten (Durchführung einer „Impact Analysis“).

In diesem Zusammenhang haben Fachspezialisten des „Engineering Support“ an den Hersteller-internen Design-Reviews teilzunehmen. Mit dieser Vorgehensweise ist sichergestellt, dass die bereits vorliegenden Analyseergebnisse aus dem Bereich „Engineering Support“ bei angestrebten technischen Änderungen überprüft, Folgeaktionen festgelegt und die vorherigen Ergebnisse bei ILS gegebenenfalls angepasst werden. Der ermittelte Aufwand zur erforderlichen Zuarbeit bei der „Impact Analysis“ muss bei der Änderungsentscheidung der Konstruktion berücksichtigt werden.

Die Minimalforderung eines erneuten Analyseumfangs ist im gültigen Analysehandbuch (PPH o.ä.) zu beschreiben. Die unwahrscheinliche Maximalforderung wäre die erneute Analyse des gesamten Produkts.

Die umfassende Überprüfung des korrekten konstruktiven Ansatzes findet üblicherweise vor der Festlegung des Serien-Bauzustandes des Produkts in einem „Critical Design Review“ (CDR) statt.

#### **Hinweis:**

Siehe auch Anmerkung zu ILS & LSA in Abb. 16 auf Seite 54.

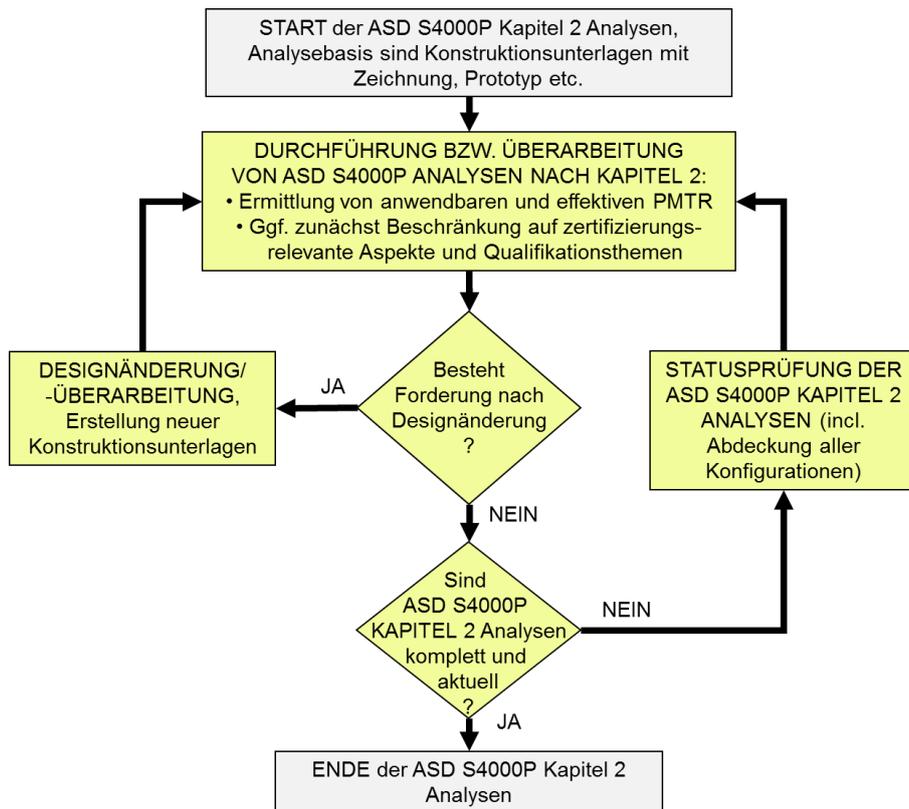


Abbildung 19: Engineering Support Analysen und Konstruktionsänderungen am Produkt der Bundeswehr

Die Abbildung 19 zeigt die Notwendigkeit der Aktualität und Vollständigkeit der Analyseergebnisse nach ASD S4000P bezüglich der gültigen Konfiguration des Produkts.

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Überwachung der weiteren Komplettierung der ASD S4000P Kapitel 2-Analysen für Systeme, Struktur und Zonen gemäß Festlegungen im Analysehandbuch (PPH o.ä.) durch die/den PL. Ziel ist die Durchführung und Freigabe aller geforderten Analysen vor dem Beginn der Erstellung der Serienbauunterlagen.
2. Bei Integration von zusätzlichen und/oder geänderten Teilsystemen, Baugruppen, Bauteilen zu diesem fortgeschrittenen Projektzeitpunkt: Forderung der/des PL nach Überarbeitung der zugehörigen S4000P –Analysen, wenn das betroffene Teilsystem, die Baugruppe, das Bauteil ein festgelegter Analyse kandidat gemäß dem gültigen PPH ist.
3. Etablierung eines „Change Proposal- and Feed-Back“ Prozesses zwischen der Bundeswehr und Industrie unter Berücksichtigung der Vorschrift Allied Quality Assurance Publication AQAP 2110 bei erwünschten und/oder notwendigen Design-Änderungen für das Produkt (Federführung PL).
4. Weiterführung der Beistellung erfahrener Fachleute zum Thema Instandhaltung seitens der Bundeswehr zur Unterstützung des/der ASD S4000P-Analyseteams (Federführung PL)
5. Regelmäßige Abfrage, Bewertung und Kommentierung der Analyseergebnisse der Bundeswehr bei der Industrie; Bewertung durch die/den PL und Rückmeldung an Bundeswehr-Dienststellen; z.B. im Rahmen von Reviews, Berichten etc.

#### 4.4.3. Die Serienreifmachung des Produkts

Am Ende der Realisierungsphase überlappt sich die Entwicklung mit der Phase der Produktion des Produkts. Um das Produkt termingerecht für die Nutzung in der Bundeswehr bereitstellen zu können, benötigt die Industrie (Hersteller und Zulieferer) entsprechend Zeit für Produktion, Zulassung (Certification) und Qualifikation (Qualification). Gleichzeitig sind alle vertragsgemäßen Liefergegenstände festzustellen, zu erarbeiten und bereitzustellen, die zum Betrieb und zur Instandhaltung des Produkts erforderlich sind.

Im CPM (nov.) Prozess der Bundeswehr finden diese Aktivitäten vor der Genehmigung zur Nutzung (GeNu) des Produkts statt:

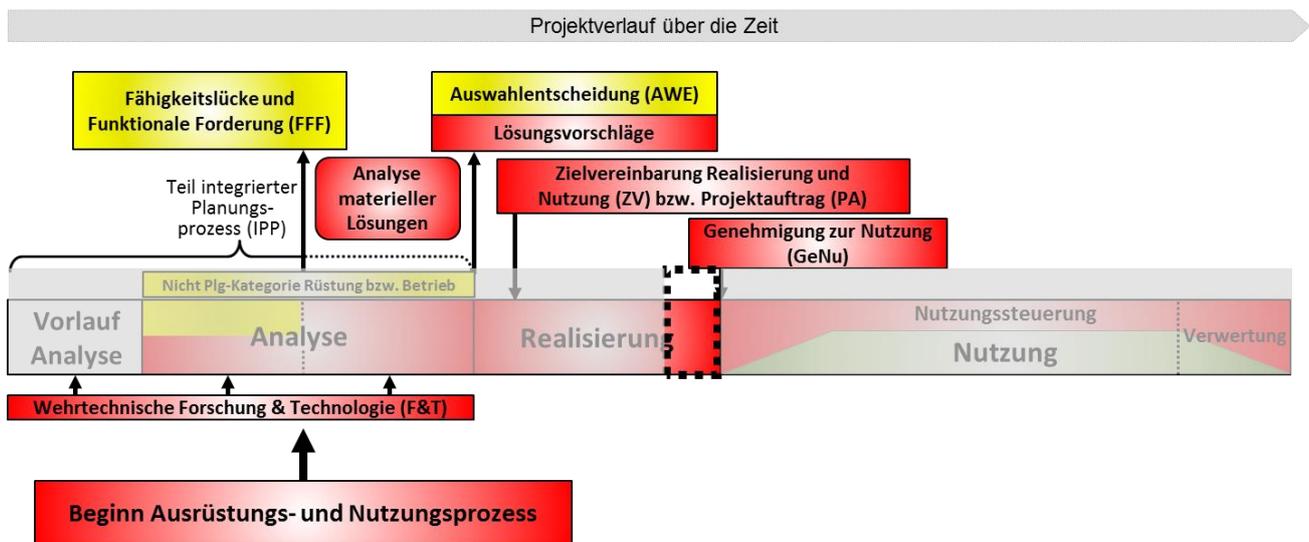


Abbildung 20: Die Serienreifmachung des Produkts für die Bundeswehr

#### Komplettierung und Aktualisierung der Analysen der Systeme, der Struktur und der Zonen von Produkten nach ASD S4000P:

Über die Industrie-interne, laufende Einbindung des „Engineering Support“ bei Änderungen / Anpassung des Designs, wird weiterhin sichergestellt, dass die Grundlagen zur Festlegung der PMTR und die Analyseergebnisse aktuell gehalten werden.

Die zuständigen Analysten der Industrie haben während der Serienreifmachung des Produkts zu prüfen, ob die im Vorfeld bestimmten Analyseergebnisse für den Serienbauzustand gültig bleiben.

Erfahrungsgemäß werden aufgrund von Bauzustandsunterschieden beim Produkt unterschiedliche PMTR Maßnahmentypen und/oder Durchführungsintervalle bestimmt. In solchen Fällen sind die PMTR Gültigkeiten teilebezogen und/oder bezogen auf die Produktionsvariante festzulegen und zwecks Konfigurationsverfolgung immer zusammen mit einer Bauzustandsinformation zu dokumentieren.

Alle nach einem PPH auf analytischer Basis hergeleiteten PMTR mit planmäßigen Intervallen müssen von dem/den Analysten konsolidiert und harmonisiert werden, um danach die Übertragung in eine Datenbank mit logistischen Grunddaten zu ermöglichen. Diese Datenbank sollte den Anforderungen dieses Leitfadens zur Anwendung der internationalen Spezifikation ASD/AIA S3000L in der Bundeswehr genügen (siehe Ref-018).

Beispiel für eine PMTR Konsolidierung:

In einem Kraftstoffsystem eines Luftfahrzeugtriebwerkes werden Funktionsprüfungen für 3 verschiedene Ventile nach unterschiedlichen Intervallen gemäß ASD S4000P Analyse nach Kapitel 2 bestimmt. Vor Übertragung des PMTR in die logistische Datenbank nach ASD S3000L werden alle 3 Funktionsprüfungen zu einem PMTR Kraftstoffsystemprüfung mit dem kleinsten der 3 PMTR Intervalle zusammengefasst. Mit dem konsolidierten PMTR auf der Teilsystemebene Kraftstoffsystem sind noch weitere einzelne planmäßige Funktionsprüfungen des Kraftstoffsystems abgedeckt. In der logistischen Datenbank wird nur der konsolidierte PMTR auf der Ebene des Kraftstoffsystems eingetragen (d.h. bei Luftfahrzeugen in Kapitel 28 nach ASD S1000D) und nicht die einzelnen „Analyse-PMTR“ die den einzelnen betroffenen Ventilen zugeordnet sind.

Beispiel für eine PMTR Harmonisierung:

Für einen Druckbehälter in einem Druckluftsystem führt die Systemanalyse zu einem PMTR „Überdruck- und Dichtigkeitsprüfung spätestens jeweils nach 5 Jahren“ und der Kritikalitätszuordnung FFEC 7 („Functional Failure Effect Code“ = FFEC). Seitens deutscher Gesetzgebung wird eine Druckprüfung von Druckbehältern jährlich vorgeschrieben (als nationales „Certification Maintenance Requirement“ (CMR), dem der FFEC 6 zugeordnet werden kann). PMTR und CMR können zu „jährliche Überdruck- und Dichtigkeitsprüfung“ mit FFEC 6 harmonisiert werden. Mit FFEC 6 wird dabei die kritischere Einstufung sowie das kleinere Intervall für den harmonisierten PMTR übernommen.

In dieser späten Entwicklungsphase des Produkts verlagert sich die Hauptaufgabe der Analysten im „Engineering support“ mehr zu „Integrated Logistic Support“ (ILS).

Alle konsolidierten, harmonisierten und freigegebenen PMTR mit Intervallen, Analysehintergrund, zusätzlichen Vorgaben/Auflagen mit planmäßiger Auswirkung in der Instandhaltung (z.B. planmäßige Überprüfung aufgrund der o.a. nationalen Druckbehälterverordnung) sowie der Angabe zu Ursprung und Kritikalitätseinstufung der potentiellen Fehlerauswirkung sind in einer logistischen Datenbank zu dokumentieren. Diese Informationen sind für die Rückverfolgbarkeit des planmäßigen Anteils in den Instandhaltungskonzepten im Produktaufbruch notwendig.

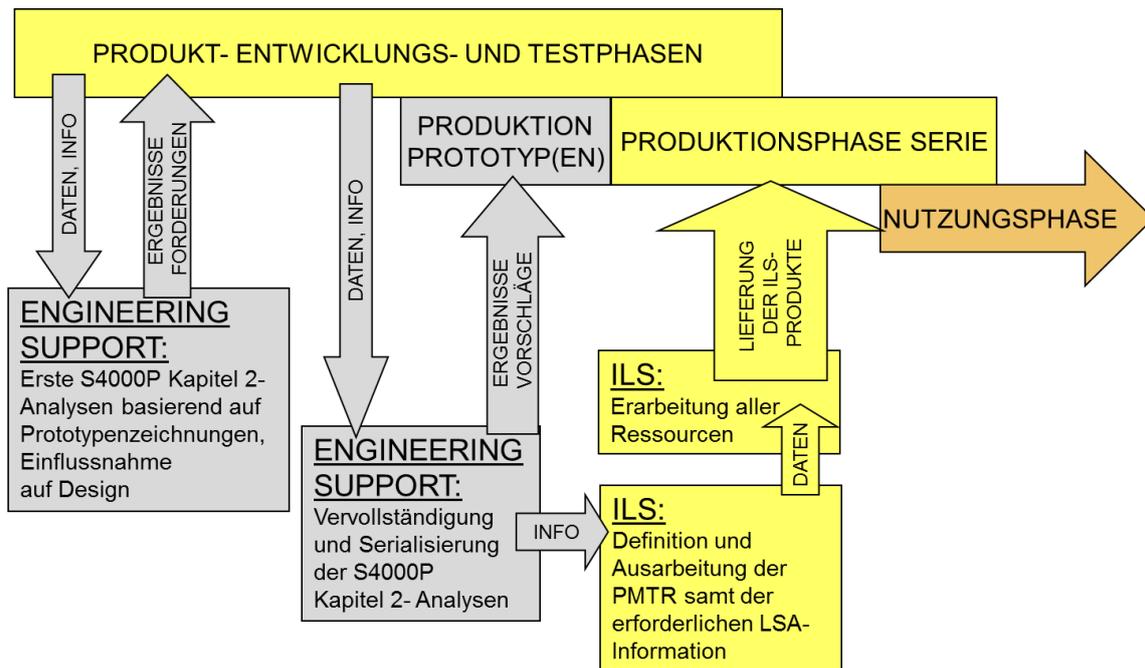


Abbildung 21: Serienreifmachung des Produkts für die Bundeswehr und ILS Aktivitäten

„Integrated Logistic Support“ (ILS) beinhaltet:

- Übertragung der (mit der Bundeswehr abgestimmten und genehmigten) konsolidierten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen in den Bereich der „Logistic Support Analysis“ (LSA),
- regelmäßige Überprüfung und bedarfsweise Aktualisierung der planmäßigen logistischen PMTR Grund-/Bezugsdaten in der LSA-Datenbank,
- Überprüfungen bei den einzelnen logistischen Disziplinen zum Zweck der korrekten und PMTR-konformen Erarbeitung notwendiger logistischer Liefergegenstände (z.B. Technische Dokumentation, Prüfgerät etc.).

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Regelmäßige Reviews, Bewertung und Kommentierung der LSA- Daten durch die/den PL in Bezug auf die MTA und die nachfolgende Erstellung der planmäßigen Instandhaltungspakete (siehe ASD/AIA S3000L, Ref-014),
2. Etablierung von Prozessen zwischen der Bundeswehr und der Industrie zur Überprüfung der Konsistenz des Entwicklungsprozesses bei den logistischen Liefergegenstände (z.B. Technische Dokumentation, Prüfgerät etc.) mit den logistischen Basisdaten in der LSA Datenbank (Federführung PL),
3. Weiterführung der bedarfsweisen Beistellung erfahrener Fachleute zum Thema Instandhaltung seitens der Bundeswehr zur Unterstützung des/der Analyseteams und der LSA Spezialisten (Federführung PL),
4. Forderung zur Erarbeitung einer Lösung und deren projektspezifischen Umsetzung einer „In-Service-LSA“ (zeitlich ausreichend vor dem Start der „Nutzungsphase“) mit Festlegung angepasster Schwerpunkte gegenüber der „Entwicklungs-LSA“; (Federführung PL)

Hinweis:

Siehe auch Anmerkung zu ILS & LSA in Abb. 16 auf Seite 54.

### 4.4.4. Zertifizierung und integrierte Nachweisführung/Einsatzprüfung der Einsatzreife des Produkts

#### 4.4.4.1. Die Zertifizierung des serienreifen Produkts

Die Aktivitäten im Rahmen der Zulassung des serienreifen Produkts für die Nutzungsphase finden vor dem Beginn der Nutzungsphase des Produkts gem. CPM (nov.) Prozess statt. Der Nachweis eines definierten Erfüllungsgrads der zulassungsrelevanten Forderungen ist Voraussetzung zur Erteilung der „Genehmigung zur Nutzung“ (GeNu) durch die Bundeswehr. Es ist nicht auszuschließen, dass projektspezifisch zertifizierungsrelevante Einzelpunkte erst nach dem Start der Nutzungsphase von der verantwortlichen Industrie nachzuweisen sind bzw. nachgewiesen werden können:

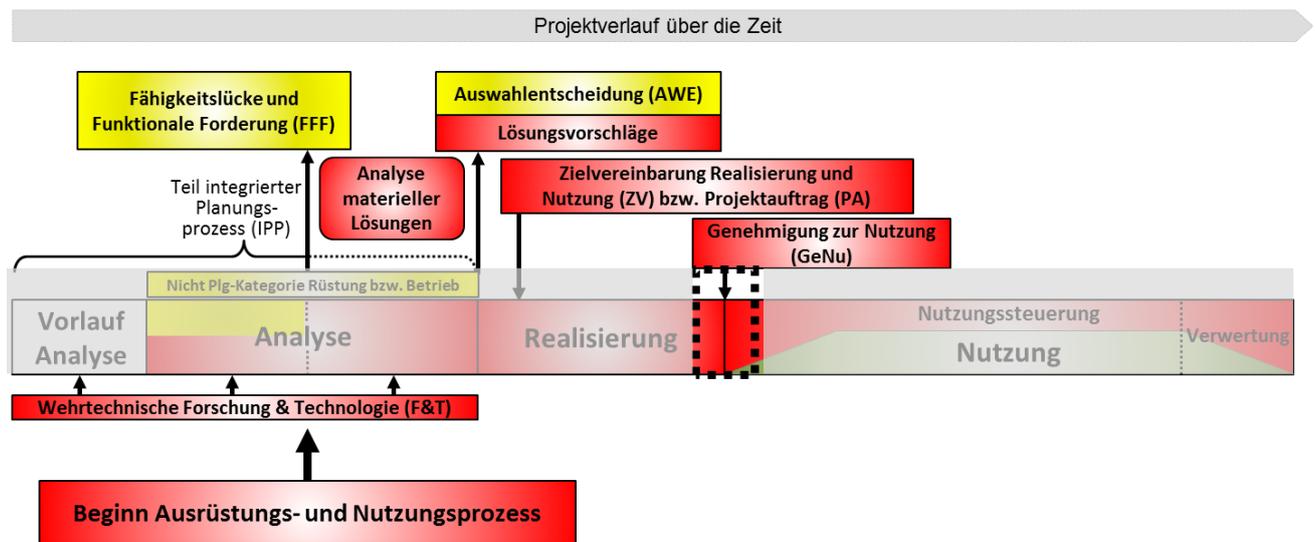


Abbildung 22: Die Zertifizierung des serienreifen Produkts für die Bundeswehr

Zur Zertifizierung des serienreifen Produkts gegenüber der/den Zulassungsbehörde(n) ist nachzuweisen, dass geeignete planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen mit ihren Durchführungsintervallen vollständig sind. Die Betriebs-/Verkehrssicherheit des Produkts ist ab dem Start seiner Nutzungsphase kontinuierlich sicherstellen.

Diese Nachweise beruhen auf der analytischen Herleitung von PMTR unter Anwendung der Spezifikation ASD S4000P Kapitel 2 gemäß dem projektspezifischen Analysehandbuch (PPH o.ä.).

Jedes einzelne PMTR mit planmäßigem Intervall wird im Rahmen der Analysetätigkeiten nach ASD S4000P in eine Kritikalitätskategorie bezüglich der potentiellen Fehlerauswirkung der Funktion im Fehler- / Schadensfall eingestuft. Sofern die Kritikalitätskategorie „Sicherheit“ oder „gesetzlich relevant/relevant für die Umwelt“ Schadensauswirkung einem PMTR zugeteilt ist, ist die zugehörige PMTR mit der Intervallvorgabe im Rahmen der Zertifizierung zulassungsrelevant.

Die Auflistung aller PMTR dieser Kritikalitätskategorie, deren laufende Überwachung im „Change-Prozess“ bei der Industrie, die weitere korrekte Paketierung der PMTR zu Maßnahmenpaketen im Rahmen der LSA gemäß ASD/AIA S3000L bis hin zur Umsetzung in logistische Liefergegenstände (insbesondere in die Technische Dokumentation) sind wichtige Unterstützungsleistungen zur Erlangung der Betriebs-/Verkehrszulassung des Produkts durch die zertifizierende Dienststelle.

Aus Sicht einer Aufsichtsbehörde müssen zumindest alle PMTR der Kritikalitätskategorie „Sicherheit“ oder „gesetzlich relevant/relevant für die Umwelt“ vollständig und korrekt (d.h. mit korrekt angepassten Intervallen, sofern deren Anpassung erforderlich ist) im Instandhaltungsprogramm für das Produkt als planmäßig vorgeschriebene, vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen umgesetzt werden. Diese Forderungen gelten für alle Produkt-Varianten (falls zutreffend) ab dem Beginn der Nutzungsphase.

Anmerkung:

Ein Instandhaltungsprogramm zu Beginn einer Produkt-Nutzungsphase wird üblicherweise international als „Initial Maintenance Program“ oder „Initial Operators‘ Maintenance Program“ (Initial OMP) bezeichnet.

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Beteiligung der/des PL im Zertifizierungsprozess zwischen Industrie und der für das Produkt verantwortlichen Zulassungsbehörde (falls zutreffend),
2. Forderung der/des PL an die Industrie der jederzeit möglichen Nachweisführung der Kritikalität und der Nachvollziehbarkeit der Herkunft jedes einzelnen PMTR jeweils mit den Original-Durchführungsintervallen.

#### 4.4.4.2. Integrierte Nachweisführung/Einsatzprüfung der Einsatzreife des Produkts

Ähnlich den Aktivitäten im Rahmen der Zulassung des Produkts finden die Aktivitäten im Rahmen der integrierten Nachweisführung/Einsatzprüfung der Einsatzreife für den späteren In-Service-Betrieb bereits mehrheitlich vor dem Beginn der Nutzungsphase bzw. der Nutzung gemäß dem CPM (nov.) Prozess statt. Ein entsprechender Erfüllungsgrad der qualifikationsrelevanten Forderungen aus den Spezifikationsvorgaben der Bundeswehr ist Voraussetzung zur Erteilung der „Genehmigung zur Nutzung“ (GeNu) durch die Bundeswehr. Erfahrungsgemäß werden einzelne qualifikationsrelevante Einzelpunkte erst nach dem Start der Nutzungsphase der Industrie nachgewiesen bzw. nachweisbar:

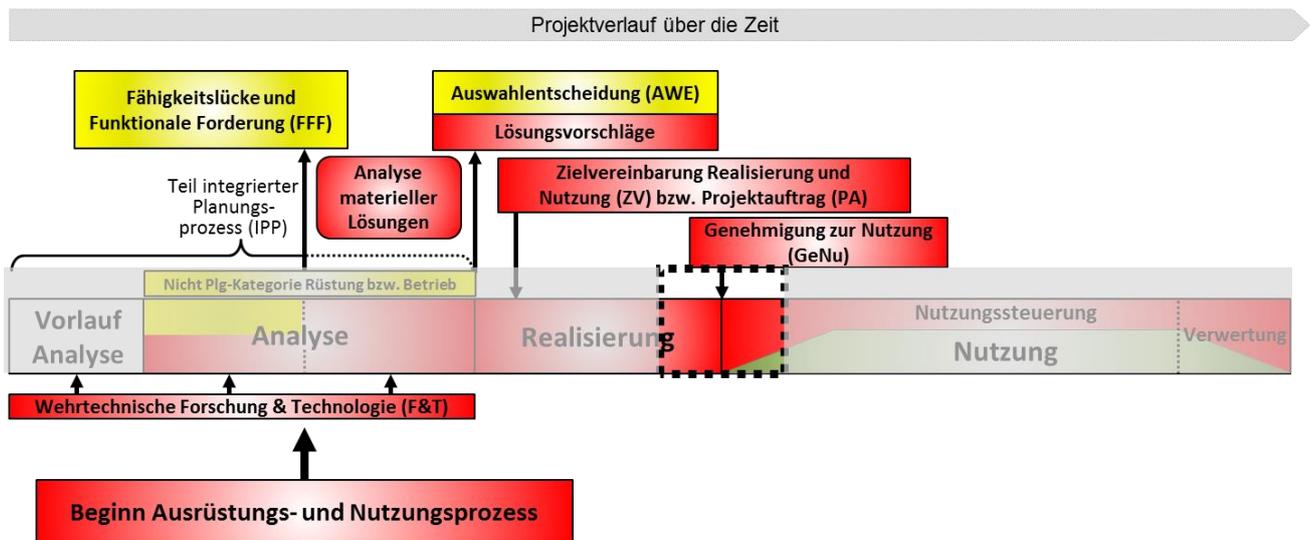


Abbildung 23: Die Qualifikation des Produkts durch die Industrie gegenüber der Bundeswehr

Die Bundeswehr fordert bei der Industrie den Nachweis der von ihr spezifizierten Eigenschaften des Produkts ein. Über unterschiedliche Nachweisvarianten, wie z.B. Testergebnisse, Demonstrationen, Dokumentationsnachweise etc., werden Nachweise von der Industrie auch proaktiv vorgelegt und von der Bundeswehr geprüft. Seitens Industrie unterstützt der Fachbereich „Engineering Support“ die geforderten Nachweisführungen im Rahmen der Qualifikation entweder z.B. unmittelbar durch Vorführung der geforderten Eigenschaften (z.B. mittels einer Maintainability – Demonstration) und/oder mittelbar über Auswertungen von Daten z.B. aus der LSA-Datenbank (siehe Ref-014, ASD/AIA S3000L). Der Schwerpunkt der Nachweisführung liegt hier auf der Erfüllung der Bundeswehr-Spezifikationsforderungen von Eigenschaften und Funktionen des Produkts, seiner Verfügbarkeit sowie der zu erwartenden Betriebskosten in der künftigen Nutzungsphase. Manche Qualifikationspunkte können schon entwicklungsbegleitend nachgewiesen werden. Auch eine „nachgezogene“ Qualifikation einzelner Forderungspunkte der Bundeswehr wird angewendet. Hier erfolgt der geforderte Nachweis erst nach Beginn der Nutzungsphase des bereits serienreifen Produkts.

##### Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Der PL muss im Rahmen der integrierten Nachweisführung/Einsatzprüfung die Einsatzreife des Produkts nach dem Maßstab der in der FFF zunächst festgelegten technischen Forderungen und in der AWE verfeinerten Kriterien (technisch funktionale Leistungswerte) überprüfen.
2. Projektspezifische Überprüfung der darüber hinaus geforderten Eigenschaften des Produkts gemäß vertraglich basierter Festlegungen (Means of Compliance = MoC) durch die/den PL (z.B. hinsichtlich des tatsächlichen planmäßigen Instandhaltungsaufwands).

#### 4.5. **Bedarfsorientierte Fortschreibung von PMTR Analysegrundlagen vor und während der Nutzungsphase von Produkten**

Die Überprüfung und bedarfsweise Aktualisierung der PMTR mit planmäßigen Intervallen für Produkte ist zur Erhaltung der Betriebssicherheit immer dann erforderlich, wenn Abweichungen zum ursprünglichen Bauzustand eintreten, der Analysegrundlage war.

Die Überprüfung und bedarfsweise Aktualisierung der gemäß ASD S4000P Kapitel 2 oder einer anderen vergleichbaren Spezifikation festgelegten PMTR und deren Intervalle ist somit erforderlich bei

- ⇒ Produktänderung,
- ⇒ Produktverbesserung,
- ⇒ Reparaturen.

Sofern die aktuelle Ausgabe der ASD S4000P Kapitel 2 als entwicklungsbegleitende Analysegrundlage für das PPH nicht verwendet wurde, ist eine Überprüfung und Schließung möglicher Verfahrenslücken gegenüber derjenigen Spezifikation / dem Standard, die zur Analyse für das Produkt verwendet wurde, zu prüfen und ggf. erforderlich. Etwaige Verfahrenslücken und deren Schließung sind in einer Neu- oder Erstausgabe eines PPH als neue gültige Analysegrundlage zu dokumentieren und anzuwenden.

Je nach Vertragsinhalt und Beauftragung durch die Bundeswehr sind auch Auswirkungen von missionsrelevanten und wirtschaftlich relevanten Funktionsfehlern bei einer notwendigen Analysekompensation einzubeziehen.

Ziel ist die Sicherstellung eines stets aktuellen und gemäß Beauftragung der Bundeswehr kompletten Sets an PMTR gültig für das Produkt, seinen möglichen Varianten und für die jeweiligen Nutzungsbedingungen.

Die notwendige Überprüfung bestehender analytischen Grundlagen und die Anpassung bzw. Ergänzung der PMTR mit Intervallen ist Bestandteil der Technisch-Logistischen Betreuung (TLB) von Produkten, die durch den Hersteller oder einer dazu autorisierten Firma während der ganzen Nutzungsphase / Nutzung des Produkts sicherzustellen und aufrecht zu erhalten ist:

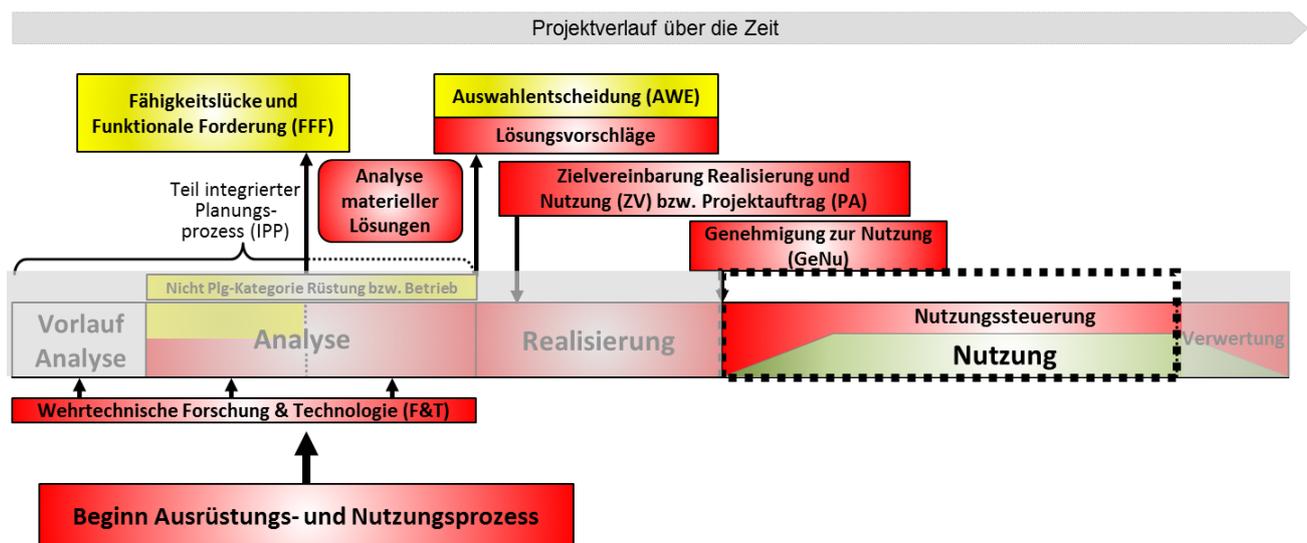


Abbildung 24: Zeitraum Nutzungsphase des Produkts mit bedarfsorientierter Fortschreibung der PMTR

Wenn sich bei bestehenden Systemen, bei der Struktur oder in den Zonen des Produkts etwas technisch verändert, muss der Hersteller durch die Fachleute des „Engineering Support / Integrated Logistic Support“ die ehemals festgelegten Analysegrundlagen überprüfen lassen.

Für jedes zusätzlich einzurüstende System mit neuen bzw. geänderten Funktionen, Funktionsfehlern, Auswirkungen dieser Funktionsfehler und zugeordneten Fehlerursachen sind ergänzende PMTR-Analysen gemäß PPH erforderlich. Die Übernahme von Inhalten der ASD S4000P Kapitel 2 Analysemethoden hängt vom Projektstand und den in der Entwicklungsphase des Produkts verwendeten Analysegrundlagen ab.

Technischen Änderungen am Produkt während der Nutzungsphase und deren mögliche Einflüsse auf die gültigen PMTR sind industrie-intern über den firmeninternen Änderungsprozess („Change-Prozess“) abzudecken. Mit einer „Impact-Analysis“ sind mögliche Änderungseinflüsse auf die ILS Liefergegenstände durch die Fachbereiche „Engineering Support / Integrated Logistic Support“ rechtzeitig aufzudecken und Lösungen zu erarbeiten.

#### Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Forderung der Nachweisführung des Herstellers eines Produkts über die Führung eines kontinuierlichen firmeninternen „Change-Process“, der die „Impact Analysis“ durch die Fachbereiche „Engineering Support / Integrated Logistic Support“ einschließt (Federführung PL).
2. Bei Integration von zusätzlichen und/oder geänderten Teilsystemen, Baugruppen, Bauteilen in das Produkt: Forderung der Durchführung von Instandhaltbarkeitsanalysen, die den Stand der Analysetechnik der ASD S4000P nach Kapitel 2 entspricht, sofern das betroffene Teilsystem, die Baugruppe, das Bauteil ein ausgewählter Analyse kandidat gemäß dem gültigem PPH ist (Federführung PL).
3. Sofern die beabsichtigten technischen Änderungen nicht zwingend erforderlich und nicht zulassungsrelevant sind, sondern durch die Bundeswehr optional erwägt werden, sollte das Ergebnis einer „Impact Analysis“ des Herstellers in den Entscheidungsprozess vor Beauftragung der technischen Änderung durch die Bundeswehr einfließen.
4. Forderung der/des PL nach regelmäßigem Abgleich und Austausch festgestellter Änderungen und/oder Ergänzungen bei PMTR und/oder den Intervallen mit den „In-Service“ – LSA – Daten (siehe ASD S3000L)
5. Weiterführung der in vorherigen Projektphasen beschriebenen Schnittstellen zwischen der Bundeswehr und dem Produkt-Hersteller (Aktion PL über TLB Auftrag).

## 4.6. Die „In-Service Maintenance Optimization“ (ISMO) von Produkten

### 4.6.1. Einleitung zum ISMO Analyseprozess

PMTR, die nach ASD S4000P potentiell sicherheitsrelevante oder gesetzlich-/Umwelt-relevante Fehler / Störungen / Schäden vorbeugend erkennen oder vermeiden müssen, sind theoretisch, also auf analytischer Grundlage, herzuleiten. Die Festlegung solcher PMTR muss „proaktiv“ erfolgen und darf nicht erst „reaktiv“ als Reaktion auf bereits festgestellte negative Ereignisse oder Katastrophen und den entsprechenden Befundberichten, Störmeldungen, Untersuchungen erfolgen. Derart kritischen Ereignisse / Vorfälle aus der laufenden Nutzungsphase gilt es durch geeignete planmäßige Instandhaltung vorbeugend zu erkennen und/oder zu vermeiden.

Zu den gesetzlich relevanten Funktionsfehlern zählen auch potentielle negative Auswirkungen des Produkts auf die Umwelt / Ökologie.

Beispiele für Maßnahmen, die der Kritikalitätskategorie „Sicherheit/Gesetzeslage“ zugeordnet sind:

- Regelmäßige Überprüfung einer Feuerwarnschleife für ein Flugzeugtriebwerk,
- Regelmäßige Überprüfung eines Sicherheits-Überdruckventils einer Druckluftanlage,
- Abgasmessungen an Produkten mit Verbrennungsmaschinen.

PMTR und deren Intervalle mit einer solchen Kritikalitätszuordnung sind nur in Verbindung mit entsprechender Nachweisführung gegenüber der/den zuständigen Behörden (z.B. TÜV) oder anderen entsprechend autorisierten Stellen veränderbar.

Die verbleibenden PMTR mit planmäßigen Intervallen besitzen eine geringere Stufe der Kritikalitätszuordnung. Sie sollen die Verfügbarkeit des Produkts und/oder erhöhen den Betriebskomfort und/oder senken die Lebenszykluskosten (LCC) in positiver Art und Weise beeinflussen. Sofern solche PMTR nicht (rechtzeitig) durchgeführt werden, kommt es entweder zu keinen Auswirkungen oder es kommt ggf. zu vertragsrechtlichen Auswirkungen zwischen den Vertragspartnern Bundeswehr und Industrie (je nach Vertragsinhalt).

PMTR mit einer solchen Kritikalitätszuordnung können in Absprache zwischen Industrie und der Bundeswehr ohne Einbeziehung der zuständigen Zulassungsbehörde(n) auf Basis von Betriebserfahrungen leichter angepasst werden. Der sichere und mit dem Gesetz konforme Betrieb des Produkts bleibt unbeeinträchtigt da dieser über die Durchführung der erstgenannten PMTR weiterhin gewährleistet bleibt (siehe u.a. Beispiel).

Die regelmäßige Optimierung bereits festgelegter PMTR ist insbesondere bei langlebigen Produkten sehr wichtig, weil die Lebenszykluskosten (LCC) maßgeblich von den Betriebskosten beeinflusst werden.

Beispiel einer Instandhaltungsmaßnahme mit der Kritikalitätszuordnung „Verfügbarkeit/Komfort/Wirtschaftlichkeit“:

Eine planmäßige Inspektion und Reinigung eines Schiffsrumpfes wegen externer Anlagerungen/Verschmutzung (z.B. Muscheln). Die Anlagerungen/Verschmutzungen führen zu erhöhtem Strömungswiderstand des Schiffs im Wasser und damit zu höherem Energieverbrauch beim Schiffsantrieb. Wenn diese vorbeugende Instandhaltung nicht bzw. weniger häufig durchgeführt wird, fährt das Schiff dennoch sicher und konform mit Gesetzen (Annahme die Abgasemission sind in diesem Fall (noch) nicht gesetzlich geregelt).

Neben technischen Änderungen mit Auswirkung auf den Bauzustand des Produkts, die Gegenstand des vorherigen Hauptabschnitts sind, gibt es während der Nutzungsphase des Produkts folgende zusätzliche Einflussfaktoren, die zu Optimierungspotential im Rahmen ISMO führen können:

- ⇒ Zwischenzeitliche Entwicklung und Verfügbarkeit neuer Instandhaltungstechnologien (z.B. Prüftechnik),
- ⇒ Angesammelte und auswertbare Daten und Erfahrungen aus der bisherigen Nutzungsphase des Produkts bei der Bundeswehr seit dessen Inbetriebnahme,
- ⇒ Übertragbare Daten und Erfahrungen aus der bisherigen Nutzungsphase des gleichen Produkts bei anderen Streitkräften,
- ⇒ Übertragbare Daten und Erfahrungen aus einer zurückliegenden Nutzungsphase des Produkts z.B. unter zivilen Nutzungsbedingungen,
- ⇒ Weitere Testergebnisse aus (anhaltenden) Testreihen, die parallel zur Nutzungsphase eines Produkts laufen (z.B. Komponententests auf Testständen, weiterlaufende Tests an Prototypen etc.)
- ⇒ Änderung eines Nutzungsprofils aufgrund einem Verkauf des Produkts (z.B. Erwerb von einer anderen Streitkraft/einem anderen Nutzer),
- ⇒ Änderung eines ursprünglichen Nutzungsprofils aufgrund verändertem Bedarf der Bundeswehr bzw. einer geänderten Planungsgrundlage, etc.
- ⇒ Vorschriftenänderung(en),
- ⇒ Gesetzesänderung(en), etc.

Eine Rückkopplung und Einbindung der aufgelisteten Aspekte in einem ISMO-Analyseprozess erfordert jeweils belastbare Daten, Fakten und Informationen, die erfahrungsgemäß nicht unmittelbar nach dem Start einer Nutzungsphase / der Nutzung des Produkts vorliegen. Eine erste ISMO Umsetzung im Lebenszyklus erfolgt also erst mit einem zeitlichen Abstand nach dem Beginn der Nutzungsphase. ISMO sollte darüber hinaus aus Gründen der Wirtschaftlichkeit (Kosten-Nutzen-Betrachtung) auch mit einem entsprechenden zeitlichen Abstand vor dem Lebensdauerende des Produkts letztmalig angewendet werden:

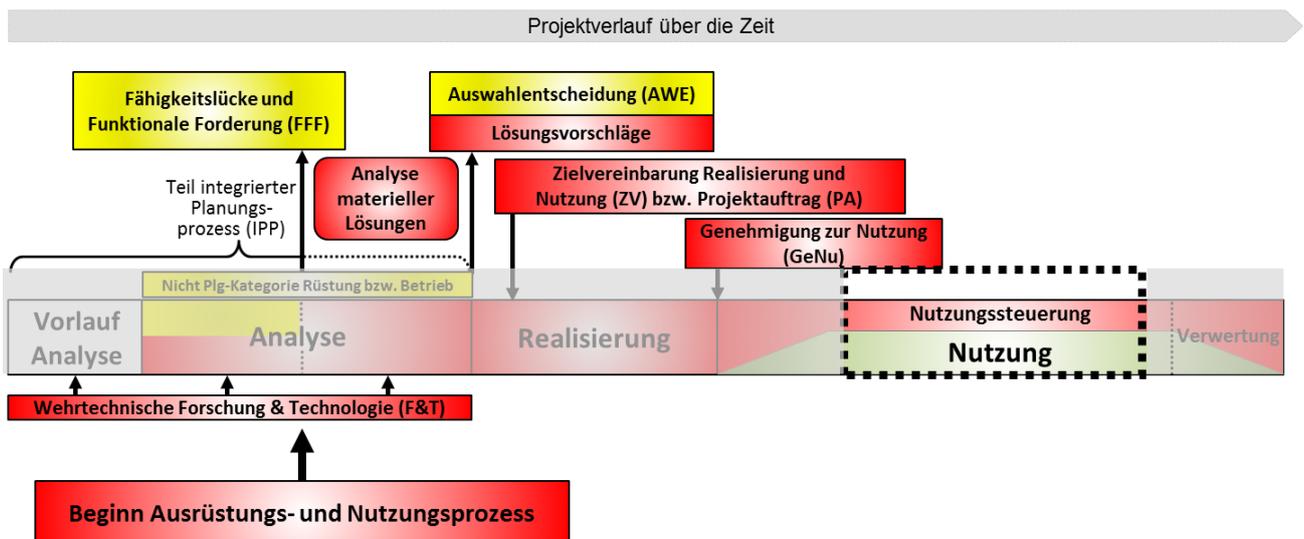


Abbildung 25: Optimierung der Instandhaltung / Materialerhaltung für das Produkt der Bundeswehr

Sofern das Optimierungspotential durch Anwendung des ISMO Analyseprozesses nicht genutzt wird, steigt der Instandhaltungsaufwand für das Produkt gemäß Instandhaltungsprogramm/OMP kontinuierlich an und führt zu permanent ansteigenden Lebenszykluskosten (Life Cycle Cost = LCC). Durch die vermehrte Bindung des Produkts in planmäßigen Instandhaltungsphasen, wird gleichzeitig die Verfügbarkeit des Produkts für militärische Missionen/Operationen reduziert.

Nachfolgende Abbildung zeigt schematisch die beschriebene Tendenz zu steigenden Lebenszykluskosten sowie das Einsparungspotential von ISMO Analyseprozessen im Lebenszyklus eines langlebigen Produkts:

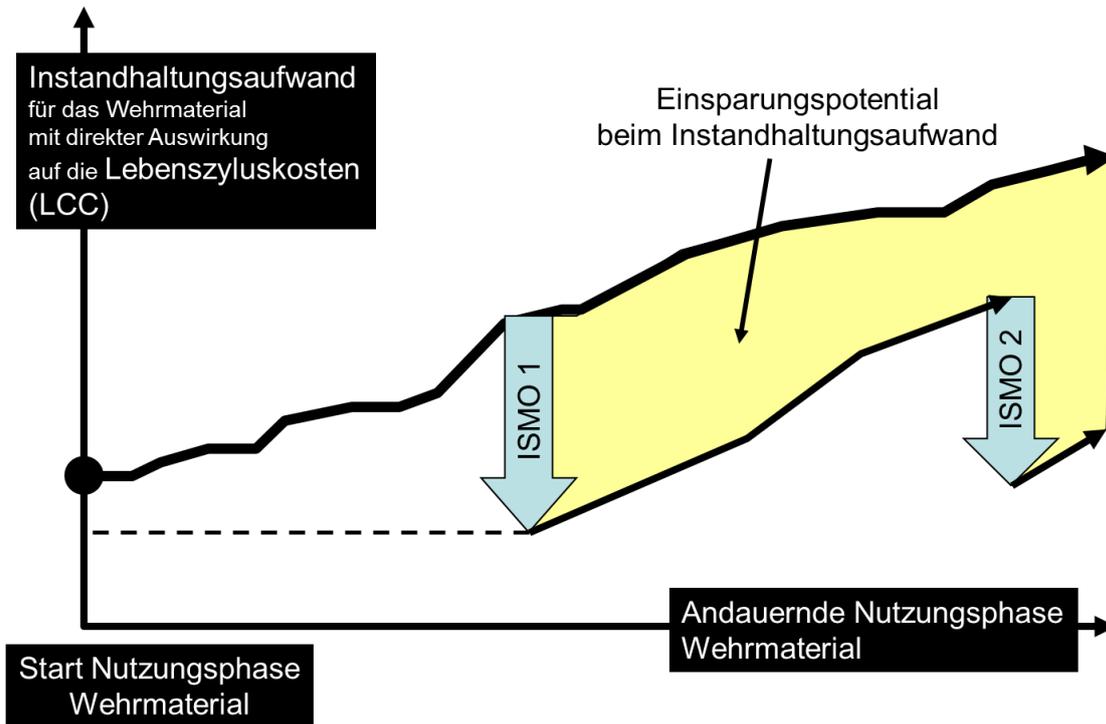


Abbildung 26: Einsparungsprinzip beim Produkt-Instandhaltungsaufwand durch Anwendung von ISMO Prozessen

In der vorstehenden Abbildung ist beispielhaft die Umsetzung zweier ISMO-Prozesse in der anfänglichen Nutzungsphase eines Produkts dargestellt. Mit ISMO 1 wird erfahrungsgemäß ein Optimierungsniveau erreicht, welches sich sogar noch unter dem Ausgangsniveau dessen beim Start in die Nutzungsphase befindet. Dies beruht erfahrungsgemäß auf der Tatsache, dass speziell in den Anfangsphasen der Nutzungsphase ergänzende planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen z.B. durch verantwortliche Konstruktionsabteilungen festgelegt werden („Best Engineering Judgement“ u.a. zur Sammlung von mehr Ersterfahrungen in der frühen Nutzungsphase). ISMO 2 findet gemäß Abbildung 26 bereits zu einem späteren Zeitpunkt in der Nutzungsphase statt, nachdem sich der Instandhaltungsaufwand aber bereits wieder erhöht hat.

Unter der Voraussetzung, dass ein Hersteller-interner, kontinuierlicher PMTR-Prüfprozess die Vollständigkeit und Identifikation aller zulassungsrelevanter PMTR sicherstellt (siehe vorherigen Abschnitt), ist das Risiko nach potentiell kritischen Auswirkungen von kritischen Funktionsfehlern mit Gefahr für Betriebssicherheit und/oder ein Verstoß gegen gültige Gesetze bereits minimiert/ausgeschlossen.

Sofern ein PMTR-Prüf- und Ergänzungsprozess z.B. in der Vergangenheit lückenhaft oder ggf. nicht vorhanden war, kompensiert der ISMO Prozess ersatzweise die fehlenden bzw. lückenhaften Analyseaktivitäten, um solche zulassungsrelevante Betriebsrisiken zu eliminieren.

Gegenüber anderen vergleichbaren Spezifikationen und Standards deckt die Spezifikation ASD S4000P mit dem ISMO Prozess in Kapitel 3 den kompletten Lebenszyklus eines Produkts im Hinblick auf das erforderliche Management der planmäßigen Instandhaltung ab.

Die Umsetzung des ISMO-Prozesses für Produkte kann in folgenden Varianten erfolgen:

- **„Single-event ISMO“:** Die einmalige Optimierung und Weiterentwicklung eines Anfangsinstandhaltungsprogrammes („Initial OMP“) nach dem Ende der Entwicklungsphase während der Nutzungsphase zu einem überarbeiteten Instandhaltungsprogramm.
- **„Regular ISMO-loops“:** Eine sich regelmäßig in festzulegenden Zeitabständen wiederholende Prüfung und Überarbeitung eines bereits während der Nutzungsphase des Produkts optimierten Instandhaltungsprogrammes (siehe auch Abbildung 26 mit ISMO<sup>°1</sup> und ISMO<sup>°2</sup>).
- **„Permanent ISMO“:** Die laufende Überwachung und Optimierung aller PMTR und den daraus resultierenden Instandhaltungsprogrammen. Jeder Änderungsantrag für ein bereits vorhandenes Instandhaltungsprogramm wird vor seiner Genehmigung mit der projektspezifischen ISMO-Analyselogik geprüft. Erst dann erfolgt die Beauftragung zur Umsetzung durch ILS (incl. der technischen Dokumentation).

Im Vorfeld des gewählten ISMO- Analyseprozesses ist zu klären, ob bereits ein projektspezifisches Analyseverfahren für die PMTR-Herleitung für das betroffene Produkt verwendet wurde, ob es genehmigungsfähig war und welche Ergebnisse damit erzielt wurden.

Das ISMO- Verfahren nach ASD S4000P Kapitel 3, welches die Analyseergebnisse eines früheren projektspezifischen Analyseverfahrens – sofern vorhanden – berücksichtigen muss, ist in einem Analysehandbuch/PPH zu beschreiben.

Ein ISMO PPH ist ebenfalls der zuständigen Behörde / Dienststelle zur Genehmigung und Freigabe vor Analysebeginn vorzulegen.

Anmerkung:

In Abschnitt 9, Unterabschnitt 9.3. ist das Inhaltsverzeichnis eines ISMO PPH mit der PPH Variante 2 dargestellt.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die gezielte Anwendung des ISMO-Verfahrens

- die Betriebssicherheit und/oder Gesetzeskonformität des Produkts aufrechterhält;
- die Betriebssicherheit und/oder Gesetzeskonformität des Produkts sogar erhöhen kann (z.B. wenn Erkenntnisse aus dem neuen Stand der Technik eingebracht werden können: z.B. durch neue verfügbare Inspektionstechniken);
- erfahrungsgemäß ein großes Potential zur Optimierung des Produkts insbesondere im Hinblick auf die Aspekte Verfügbarkeit, Komfort und Lebenszykluskosten (LCC) hat.

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Beauftragung der Simulation und der Beobachtung der Lebenszykluskosten des Produkts über Datenrückmeldung und Auswertung der Nutzer- und Instandhaltungsdaten durch die/den PL.
2. Anwendung von ISMO bei allen technisch komplexen Produkten zumindest mit mittlerer oder langer Lebensdauer. Da ISMO in Varianten umgesetzt werden kann („Single-event ISMO“, „Regular ISMO-loops“, „Permanent ISMO“) ist eine ISMO-Strategie für die Nutzungsphase des betroffenen Produkts durch die/den PL festzulegen. Dabei sind insbesondere die Faktoren technische Komplexität, nationales oder mehr-nationales Projekt, getätigtes Investitionsvolumen bei der Anschaffung des Produkts, der Instandhaltungsbedarf und dessen zukünftige Tendenz, die vorgesehene Länge des Nutzungszeitraumes und etwaige Nutzungsdauerverlängerung(en) zu berücksichtigen.
3. Die/der PL überprüft, das/die Nutzungsprofil/-profile des Produkts bei der Bundeswehr regelmäßig auf potentielle Abweichung(en) gegenüber den ursprünglichen Annahmen, die ursprünglich dem Produkt und der Festlegung seiner planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen/PMTR zugrunde lagen/liegen. Bei festgestellten Abweichungen ist eine Rücksprache mit der Industrie erforderlich.
4. Die/der PL meldet signifikante Abweichung(en) bei Nutzungsparametern des Produkts (permanent oder temporär) an den Hersteller/die Industrie mit der Aufforderung zur Überprüfung und Bewertung existierender PMTR und der planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen im Instandhaltungsprogramm/OMP.
5. Die/der PL benennt bei Bedarf Ansprechpartner bei der Bundeswehr für bedarfsweise Rückfragen des verantwortlichen Erstellers des projektspezifischen PPH und für die verantwortlichen Analysten bei der Industrie.
6. Die/der PL arbeitet im Erstellungsprozess und bei Prüfung des Inhaltes projektspezifischer PPH vor Übergabe an die zuständige(n) Behörde(n) / Dienststelle(n) aktiv mit.

### 4.6.2. Übersicht zum ISMO Analyseprozess

Der ISMO Analyseprozess setzt sich aus folgenden 3 Teilphasen zusammen:

- Phase 1 – ISMO Vorbereitungsphase (Preparation Phase)
- Phase 2 – ISMO Analysephase (Analysis Phase)
- Phase 3 – ISMO Folgephase (Follow-up Phase)

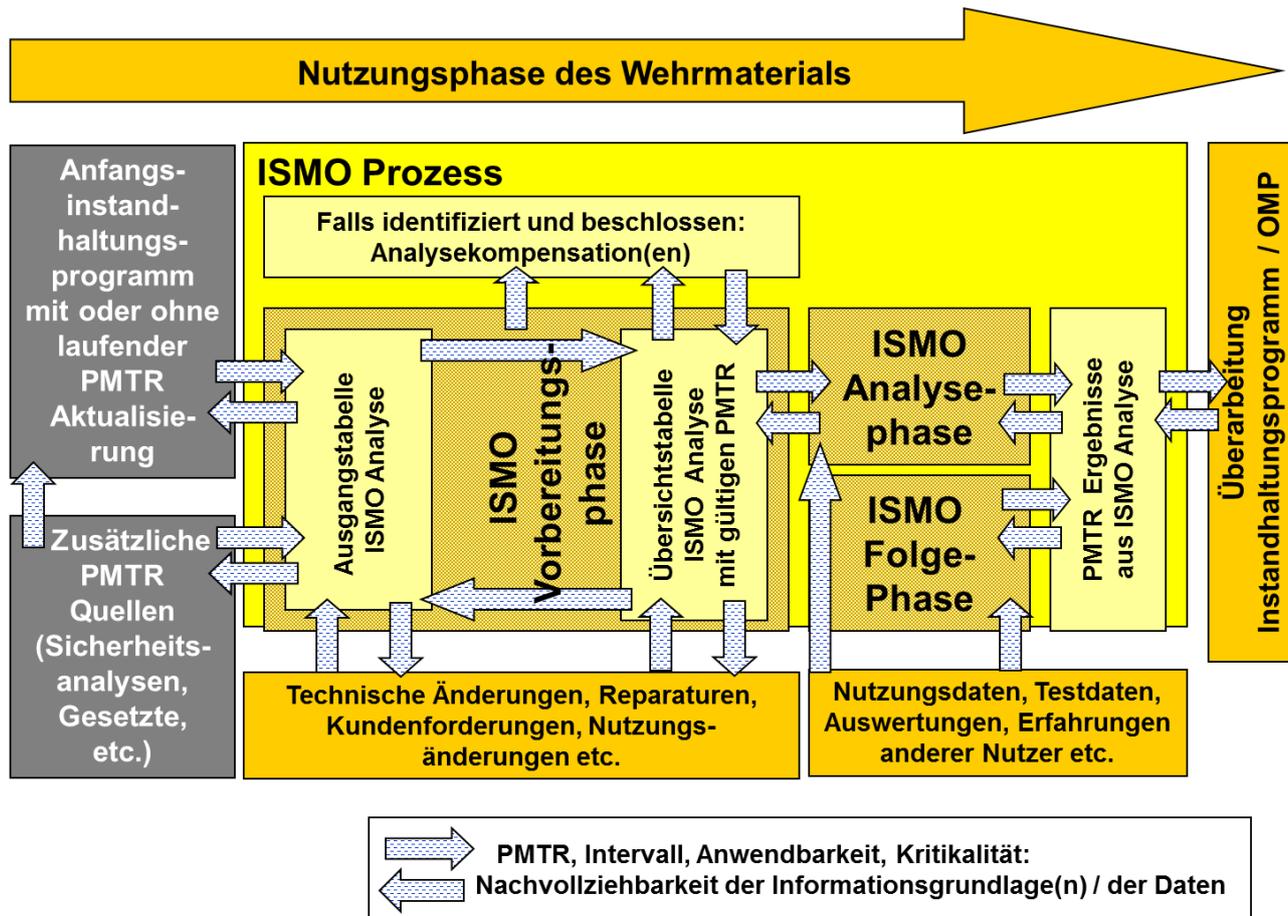


Abbildung 27: Die 3 Phasen des ISMO Prozesses und deren Verbindungen untereinander

Die ISMO Vorbereitungsphase geht grundsätzlich den beiden anderen Phasen voran und bildet insbesondere die Voraussetzung zur Durchführung der ISMO Analysephase. Diese ISMO-Vorbereitungsphase deckt eine Verfahrensprüfung ggf. mit der Festlegung einer Analysekompensation ab.

Die ISMO Analysephase setzt voraus, dass die analyserelevanten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen/PMTR in einer Übersichtstabelle vor dem Analysestart mit den analyserelevanten Hintergrundinformationen (z.B. Herkunft und Begründung der Maßnahmen) komplett erfasst sind. Die Übersichtstabelle ist in Übereinstimmung mit dem letztgültigen Satz an planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen, die am Produkt auf Basis der freigegebenen Dokumentation durchzuführen sind.

Die ISMO Folgephase ist eine optional durchzuführende Phase, die parallel zur laufenden ISMO Analysephase oder bedarfsweise auch erst im Anschluss daran umgesetzt werden kann.

Nachfolgende Abbildung zeigt den Idealfall, wenn die Herleitung von PMTR sowie die spätere Erstellung eines Anfangsinstandhaltungsprogrammes auf Basis der ASD S4000P Kapitel 2 für ein komplett neuentwickeltes Produkt vor dem Beginn der Nutzungsphase („In –Service-Phase“) erfolgt. Ab dem Start der Nutzungsphase beeinflussen vielfältige Faktoren die planmäßige Instandhaltung von Produkten auf Basis des „Initialen Instandhaltungsprogramms“. Die laufende Fortschreibung des Anfangsinstandhaltungsprogramms / des „Initial OMP“ in ein laufend aktualisiertes Instandhaltungsprogramm ist erforderlich. Im Rahmen der Fortschreibung des Instandhaltungsprogramms entsteht der Bedarf einer regelmäßigen Überprüfung der Anwendbarkeit und Wirksamkeit der aktuell bekannten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit Hilfe des ISMO Prozesses:

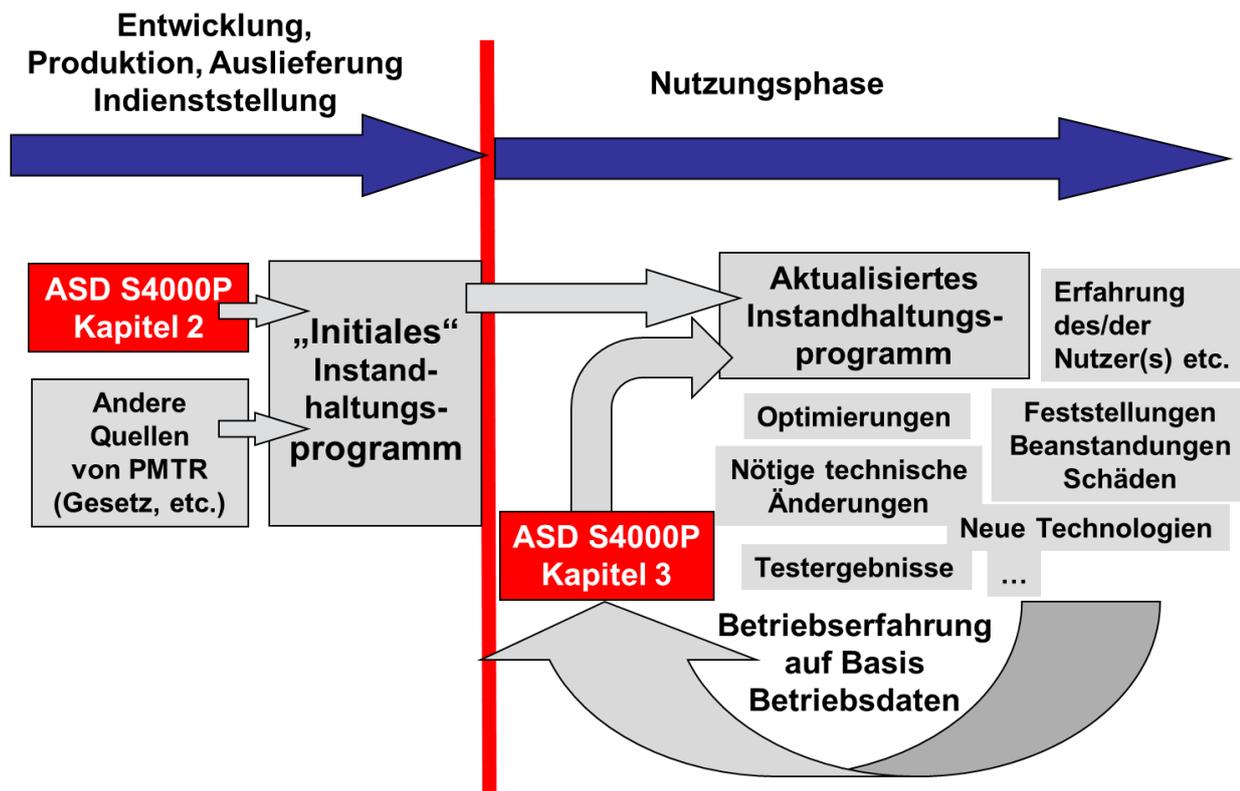


Abbildung 28: Die Ersterstellung eines Anfangsinstandhaltungsprogramms für ein Produkt mit nachfolgender Optimierung

Anmerkung:

Projektbedingt kann die initiale Herleitung der PMTR auch mittels eines alternativen Analyseverfahrens erfolgt sein. Dies beeinträchtigt nicht die Umsetzung des ISMO Verfahrens nach ASD S4000P Kapitel 3 in der Nutzungsphase.

Sofern ein Produkt keine komplette Neuentwicklung ist und falls Systeme, Teilsysteme bzw. Baugruppen von bereits entwickelten Produkten übernommen werden, die sich mit entsprechender Betriebserfahrung bereits im Einsatz befanden/befinden, ist in der Entwicklungs- und Produktionsphase eine Kombination der Analyseverfahren nach ASD S4000P Kapitel 2 (oder ggf. einem alternativen Analyseverfahren) und ASD S4000P Kapitel 3 anzuwenden. Sofern im Laufe der Nutzungsphase während der ISMO Vorbereitungsphase Analyselücken für ein Produkt festgestellt werden, trifft projektabhängig auch hier eine kombinierte Umsetzung beider Analysemethoden zu. Wie im jeweiligen Fall die beiden Analysemethoden unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Projekt- rahmenbedingungen umgesetzt werden müssen, beschreibt im Einzelfall ein projektspezifisches PPH.

### 4.6.3. Die ISMO Vorbereitungsphase

In der ISMO Vorbereitungsphase wird zunächst der Sachstand bezüglich der analytischen Grundlagen geprüft (sofern vorhanden), welche dem gültigen Instandhaltungsprogramm eines Produkts zugrunde liegen sollten. Diese Prüfung umfasst den Stand der Analysetechnik und die Vollständigkeit vorhandener Analysen insbesondere für zulassungsrelevante Systeme, Strukturteile und kritische Analyseaspekte für Zonen. Für erkannte Lücken oder Schwachstellen ist eine Lösung zur analytischen Kompensation zu erarbeiten und umzusetzen. Dies ist erforderlich, weil die Vollständigkeit aller planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen, die potentiell sicherheitsrelevante oder gesetzlich relevante Fehler / Störungen / Schäden vorbeugend erkennen oder vermeiden müssen, nur auf theoretisch – analytischer und/oder im Einzelfall auch durch Übertragung von Betriebserfahrungen mit vergleichbaren Produkten unter ähnlichen Einsatz-/Nutzungsbedingungen bestimmt werden kann. Zu den gesetzlich relevanten Funktionsfehlern zählen im Rahmen der ASD S4000P Analyseprozesse auch potentielle negative Auswirkungen des Produkts auf die Umwelt / Ökologie.

#### Beispiele für PMTR der Kritikalitätskategorie „Sicherheit/Gesetzeslage“:

- Regelmäßige Überprüfung einer Feuerwarnschleife für ein Triebwerk,
- Regelmäßige Überprüfung eines Sicherheits-Überdruckventils,
- Abgasmessungen an Produkten mit Verbrennungsmaschinen.

Die Umsetzung von analytischen Kompensationen für das betroffene System, Strukturteil oder dem kritischen Analyseaspekt in der Zone erfolgt vor dem Start der ISMO Analysephase. Das Ergebnis der analytischen Kompensation sind PMTR mit Intervallen oder Forderungen nach konstruktiver Änderung, wenn PMTR nicht effektiv und/oder nicht anwendbar sind.

Ziel vollständiger Analysegrundlagen ist die Nachweisführung für das Produkt, dass nach menschlichem Ermessen

- für alle Systeme alle sicherheitsrelevanten Funktionsfehler (FF) und deren mögliche Fehlerursachen (FC) über die System-FMEA identifiziert sind und dass hierfür PMTR und/oder Redesign-Forderungen bestimmt sind,
- für alle strukturkritischen Bauteile/Baugruppen (SSI) mit oder ohne strukturkritischen Details (SD) PMTR mit Intervallen und/oder Redesign-Forderungen bestimmt sind und
- für eventuell kritische Wechselwirkungen innerhalb von Zonen oder kritische Einwirkungen auf Zonen geeignete PMTR mit Intervallen und/oder Redesign-Forderungen bestimmt sind.

Die Ergebnisse aus der bedarfsweisen Analysekompensation müssen mit den bereits vorhandenen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen des vorhandenen Instandhaltungsprogrammes harmonisiert werden. Dies erfolgt vor der Erstellung der Maßnahmenübersichtsliste “Master Task List” (MTL) und das Ergebnis wird in der MTL dokumentiert.

#### Anmerkung:

Ein Beispiel einer MTL die aus dem Analysebeispiel „Mountain Bike Bw“ resultiert, befindet sich in Kapitel 9 in diesem Leitfaden.

In der MTL werden alle planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen aus den Maßnahmenpaketen des Instandhaltungsprogramms und alle mit der Analysekompensation nachträglich ermittelten PMTR mit original Intervallen dem Systemaufbruch des Produkts zugeordnet. Die projektspezifische MTL muss alle planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen und PMTR für alle Konfigurations-

varianten des Produkts der Bundeswehr enthalten. Sofern die früheren Analysegrundlagen ggf. mit den ursprünglichen PMTR und/oder andere Referenzdaten pro Einzelmaßnahme des Instandhaltungsprogramms verfügbar sind, ist diese Datensammlung in der MTL ein zentrales Ergebnis der ISMO Analysevorbereitung.

Während der Bearbeitung der MTL wird auch geklärt, ob einzelne Maßnahmen nicht ISMO-analyse relevant sind oder ob es ggf. unzulässige, nicht analysierbare Vermischungen von einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen gibt, die vor dem Start der ISMO Analysephase zu trennen sind. Im PPH wird noch im Vorfeld der ISMO Vorbereitung das analyserelevante Nutzungsszenario seitens der Bundeswehr ermittelt, beschrieben und erläutert. Eventuelle künftige Abweichungen von dem bisherigen Nutzungsszenario sind zu benennen. Mit dieser Information und mit den vollständigen Daten der MTL liegen die Voraussetzungen für die zuständigen ISMO-Analysten vor, die ISMO Analysephase für die zugeordneten Systeme, Strukturteile und/oder Zonen zu beginnen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft den ersten Teil der Logik, die bei der ISMO Analysevorbereitung gemäß einem gültigen PPH zum Einsatz kommt:

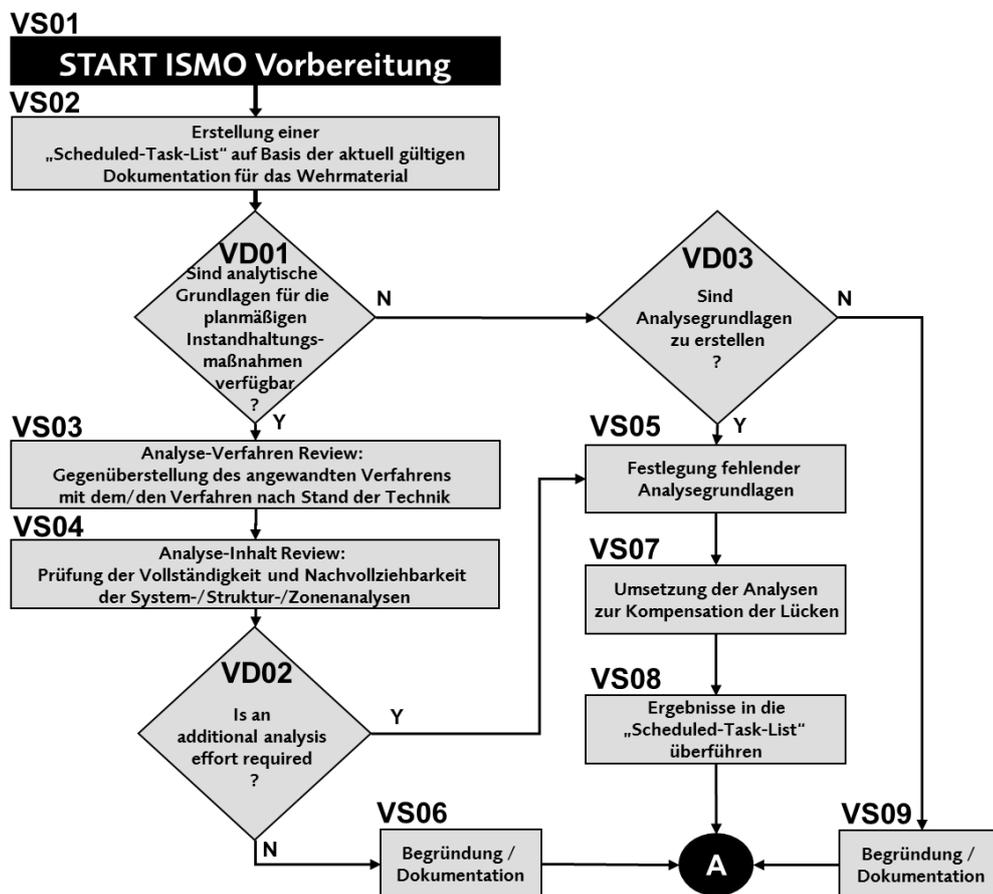


Abbildung 29: Beispiellogik eines PPH zur ISMO Vorbereitungsphase

**Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:**

1. Regelmäßige ISMO Statusüberprüfungen durch die/den PL (Umfang, Aufwand, Bearbeitungsstand etc.) bezüglich der kompensatorischen Analysen (falls identifiziert) und der ISMO Analysevorbereitung über Reviews, die im PPH festzulegen sind.
2. Unterstützung der Industrie durch die/den PL im Rahmen notwendiger Entscheidungen von Zulassungsbehörden / verantwortlichen Dienststellen.

#### **4.6.4. Die ISMO- Analysephase**

Die ISMO Vorbereitungsphase kann sich mit dem Start der ISMO Analysephase überschneiden. Dieser Fall tritt ein, wenn die notwendigen Arbeiten in der ISMO Vorbereitungsphase an ausgewählten Systemen, Strukturteilen oder Zonen bereits abgeschlossen sind, während andere Arbeiten an anderen Systemen, Strukturteilen oder Zonen noch andauern.

Unter der Voraussetzung, dass das PPH zur Analyse freigegeben ist und die erforderlichen Arbeitsmittel vorhanden sind, können die zuständigen ISMO Analysten an den „ISMO-analysefertigen“ Systemen, Strukturteilen oder Zonen die ISMO Analysephase starten.

Wenn die ISMO Vorbereitungsphase für alle Systeme, Strukturteile oder Zonen abgeschlossen ist, sollte eine umfassende, auswertbare Übersicht zu allen resultierenden planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit Intervallen und den zusätzlichen PMTR aus der(den) Analysekompensation(en) vorliegen.

Die ISMO-Analysephase ist quasi ein Prüfstand für alle planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit ihren Intervallen, die aus dem gültigen Instandhaltungsprogramm und etwaigen ergänzenden Maßnahmengrundlagen stammen. Sie beinhaltet die Einbeziehung und Rückkopplung von Betriebserfahrungen zum gesamten Produkt und/oder von einzelnen Komponenten davon und führt zu Empfehlungen für einzelne PMTR mit Intervall(en).

Vorschläge zu Veränderungen von planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen der Kritikalitätskategorie „sicherheits- und/oder gesetzlich relevant“ sind während der ISMO Analysephase nur in Verbindung mit entsprechender Nachweisführung gegenüber zuständigen Behörden (z.B. TÜV) oder deren entsprechenden Vertretern vertretbar. Die verbleibenden Instandhaltungsmaßnahmen mit Intervallen, die nicht zulassungsrelevant sind, sollen die Einsatzverfügbarkeit des Produkts erhöhen und/oder der Erhaltung seines Betriebskomforts dienen oder sie beeinflussen ausschließlich die Höhe der Lebenszykluskosten (LCC). Bei deren Nicht-Durchführung bzw. bei unpassender Veränderung des Durchführungsintervalls folgt kein zulassungsrelevantes Ereignis. Je nach Vertragsinhalt zwischen Bundeswehr und Industrie bezogen auf die Instandhaltung des Produkts, können bei Nicht-Durchführung solcher planmäßiger Instandhaltungsmaßnahmen maximal vertragsrechtliche Auswirkungen eintreten, die zu deren Beibehaltung zwingen. Jedenfalls können Bundeswehr und Industrie bei derartigen Maßnahmen ohne die notwendige Einbeziehung zuständiger Zulassungsbehörden verhandeln und Entscheidungen treffen.

Beispiel für ein PMTR der Kritikalitätskategorie „Verfügbarkeit/Komfort/Wirtschaftlichkeit“:

- Neubefüllung mit Kältemittel und anschließende Funktionsprüfung einer Kraftfahrzeug-Klimaanlage vor der Verlegung des Produkts in eine wärmere Klimazone;

Bei Anpassung, Veränderung, Streichung solcher vorbeugender Instandhaltungsmaßnahmen muss der sichere Betrieb des Produkts über diejenigen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit der Kritikalitätskategorie „sicherheits- und/oder gesetzlich relevant“ weiterhin gewährleistet sein.

Jede einzelne planmäßige Instandhaltungsmaßnahme mit Intervall durchläuft bei der ISMO- Analyse vordefinierte Abfragesequenzen, deren Fragen vom zuständigen Analysten mit JA oder NEIN mit jeweiliger Begründung zu beantworten sind. Je nach Antworten führt die Logik am Ende zu einer Empfehlung in Bezug auf die analysierte Instandhaltungsmaßnahme mit Intervall.

Das Spektrum der resultierenden Empfehlungen reicht von kompletter Streichung bis hin zur Beibehaltung sogar mit kleinerem Durchführungsintervall (d.h. künftig mit häufigerer Maßnahmen-durchführung) oder auch einem Vorschlag zur Änderung/Ergänzung der ursprünglichen Einzelmaß-nahme.

Jede Empfehlung ist aufgrund der vorgegebenen und anzuwendenden ISMO-Analyselogik im Detail nachvollziehbar und wird durch den zuständigen Analysten begründet.

Nachfolgend ist das Abfrageprinzip der ISMO- Analyselogik bei der Einzeltask-Analyse gemäß ASD S4000P Kapitel 3 schematisch in stark vereinfachter Form dargestellt (siehe Ref-001). In einem projektspezifischen PPH ist die Abfrage-logik der ISMO Analysephase im Detail ausgearbeitet und führt zu präzisen Empfehlungen in Bezug auf die analysierte Einzelmaßnahme und ihrem plan-mäßigen Durchführungsintervall:

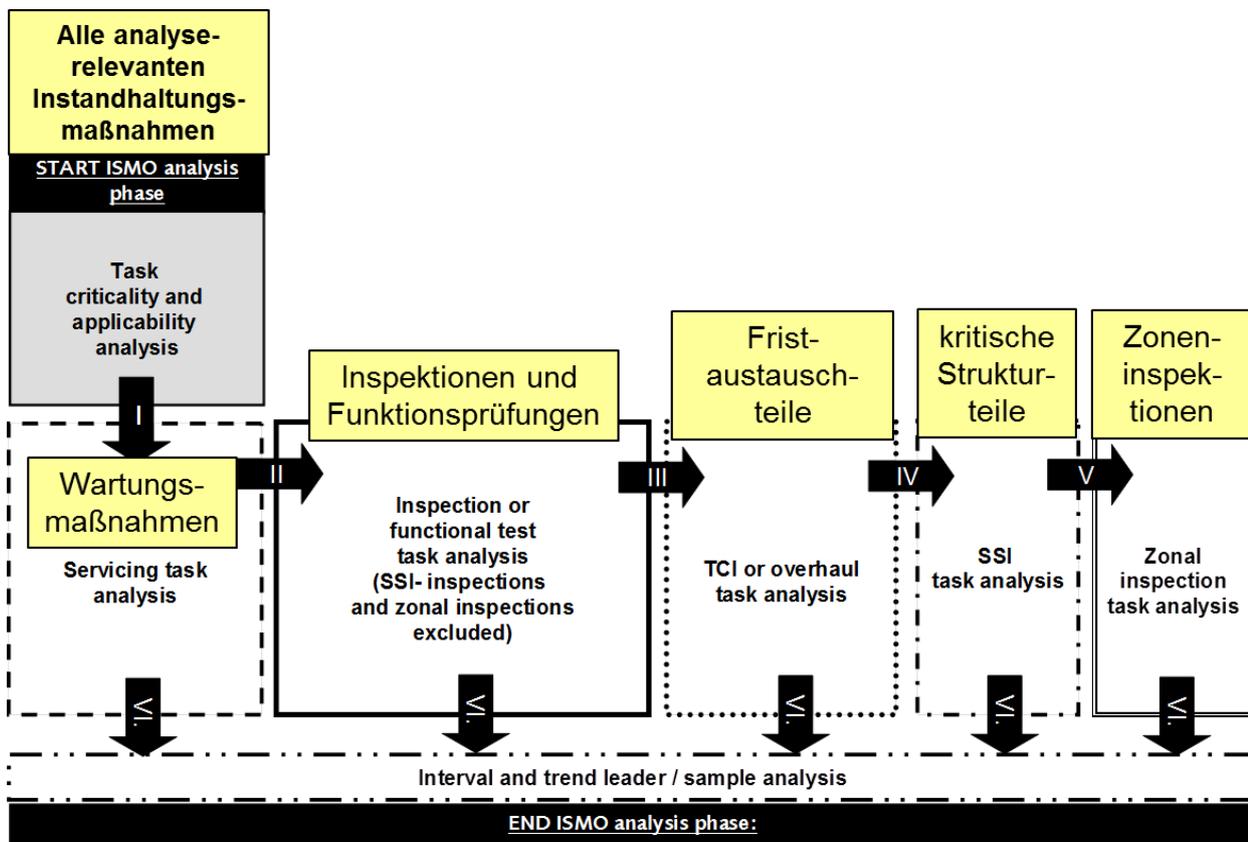


Abbildung 30: Beispiellogik eines PPH zur ISMO Analysephase

Alle einzelnen analyserelevanten planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen der MTL werden durch die ISMO Analyselogik der ISMO Analysephase geprüft. Nach der allgemeingültigen „Task criticality and applicability analysis“ teilt sich die ISMO Analyselogik auf die Maßnahmenart der individuellen, zu analysierenden Instandhaltungsmaßnahme auf. Eine Wartungsmaßnahme wird z.B. dann ausschließlich im Block „Servicing task analysis“ analysiert.

Sofern die jeweilige Instandhaltungsmaßnahme die jeweils vorangegangenen Analysefragen „über-standen“ hat, gibt es am Ende der ISMO Analysephase abschließende Prüfkriterien zu den Themen Intervallumrechnung, Stichprobenauswahl, Trendleader etc., die dann bei allen Maßnahmentypen von Instandhaltungsmaßnahmen abgefragt werden. Dies dient zur möglichen Festlegungen von aufwandsreduzierenden Stichproben.

Eine projektspezifische ISMO Analyselogik basiert auf der generischen Logikstruktur der vorherigen Abbildung 30, enthält aber infolge der detaillierten Ausarbeitung mit Einzelfragen und Arbeitsschritten geistiges Eigentum des Erstellers. Diese Detaillogik ist Bestandteil eines PPH oder wird in einem PPH Anhang (je nach Projekt) ausgelagert. Das PPH und die Detaillogik wird durch zuständige Behörden vor Analysebeginn geprüft sowie freigegeben.

Die Fragen und Arbeitsschritte in dieser projektspezifischen Detaillogik führen präzise zu Empfehlungen für jede einzelne analysierte Instandhaltungsmaßnahme und ihrem Intervall.

Der Ablauf der verwendeten Logikfragen folgt etwa dem nachfolgend dargestellten Prinzip:

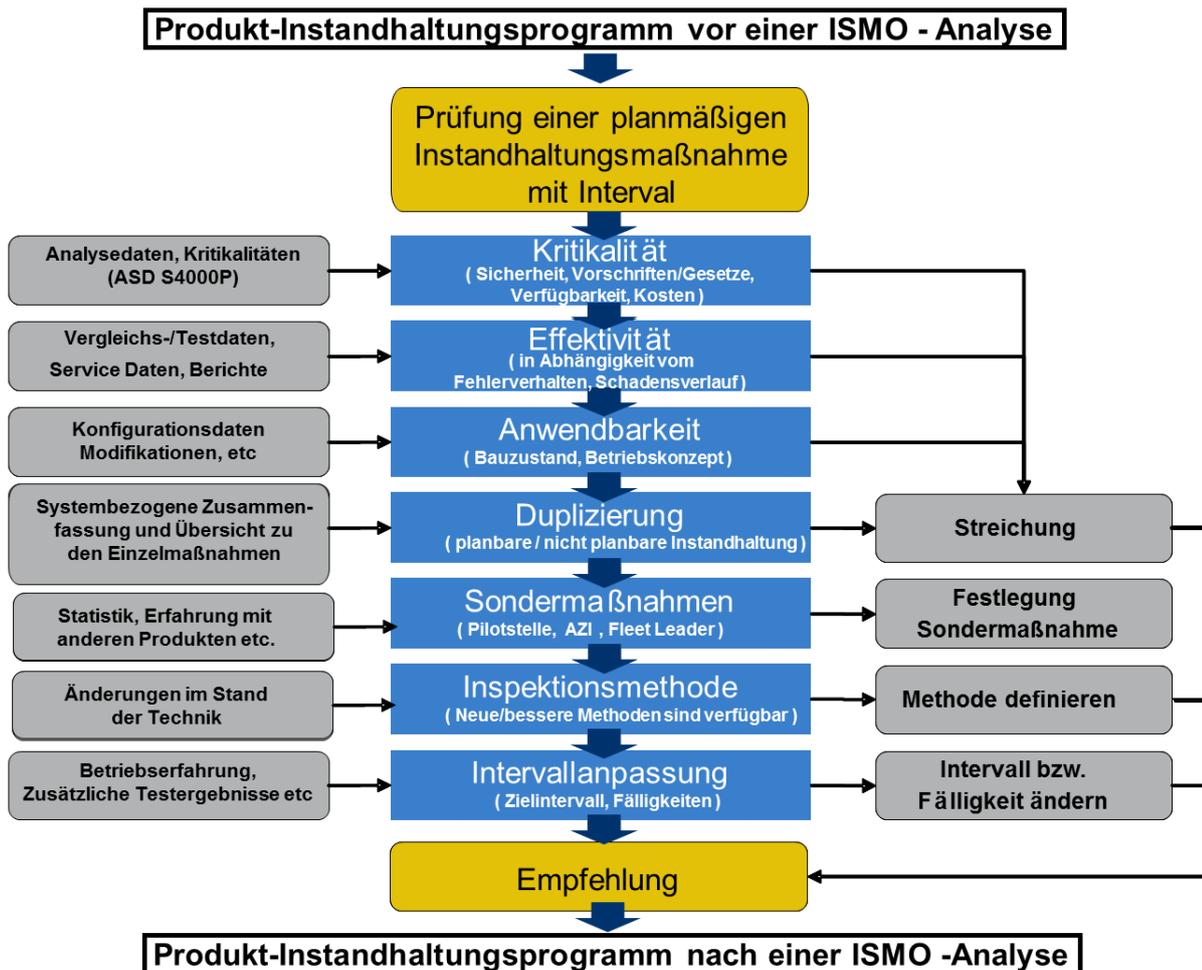


Abbildung 31: Ablaufprinzip der ISMO-Einzeltask-Analyse

Die in obiger Abbildung in den Blöcken auf der linken Bildseite dargestellten Eingangsdaten / -informationen unterstützen die Beantwortung der im zentralen Strang der Abbildung dargestellten Abfragen.

Die Blöcke auf der rechten Bildseite repräsentieren mögliche Ergebnisse aus der Logikabfrage.

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Die/der PL initiiert und unterstützt die Bereitstellung von verwertbaren und auswertbaren Betriebsdaten und der Betriebserfahrung aus der bisherigen Nutzungsphase des Produkts bei der Bundeswehr (d.h. vorherige Eliminierung fehlerhafter, lückenhafter Daten, ggf. Ergänzung von potentiellen Datenlücken, Datenauswertungen und Datenbewertungen, Experten-Statements, etc.).
2. Die/der PL unterstützt die Einbindung von Fachpersonal der Bundeswehr aus dem Nutzungsbereich des ISMO-gegenständlichen Produkts in das ISMO Analystenteam. Das ISMO Analystenteam wird in idealer Weise ein kombiniertes Team aus Vertretern der Bundeswehr und der Industrie (Hersteller und ggf. Zulieferer).
3. Anordnung der/des PL zur Durchführung von ISMO Statusüberprüfungen zum jeweils aktuellen Bearbeitungsstand in der ISMO Analysephase über Reviews, die im PPH festzulegen sind.

#### **4.6.5. Die ISMO- Folgephase**

Es gibt verschiedene Ursachen dafür, dass die Vorgaben und/oder Annahmen, die während der Entwicklung und Produktion von Produkten gemacht werden und zur Festlegung der PMTR mit Intervallen geführt haben, durch die eintretende Realität in der Nutzungsphase mehr oder weniger stark korrigiert werden müssen/müssten.

Die Realität zeigt, dass ursprünglich festgelegte planmäßige Instandhaltungsmaßnahmen gegebenenfalls nicht so wirksam und anwendbar sind, wie diese z.B. von den Analysten ursprünglich erwartet wurde (die Überprüfung dieser Instandhaltungsmaßnahmen erfolgt in der ISMO Analysephase).

Für bestimmte Systeme, Strukturteile oder Zonen wurden aufgrund der ehemaligen Annahmen und Einschätzungen im PPH zunächst keine PMTR mit Intervallen festgelegt.

Ziel der ISMO Folgephase ist es herauszufinden, ob es Anhäufungen von Störungen/Ausfällen für solche Systeme, Strukturteilen und/oder Zonen eines Produkts gibt, welche die Nutzung des Produkts einschränken und/oder verteuern und welche bislang nicht Gegenstand der planmäßigen Instandhaltung waren/sind. Es wird vorausgesetzt, dass die Auswirkungen solcher Störungen/Ausfälle nicht sicherheitsrelevant/gesetzlich relevant waren, da sonst die Dringlichkeit bereits zu einem umgehenden Handeln bei Bundeswehr und Hersteller geführt hätte.

Die Auswirkung von Störungen/Ausfälle, die in der ISMO Folgephase betrachtet werden, betreffen also eher die Verfügbarkeit und/oder die Lebenszykluskosten (LCC) des Produkts. Für die Bearbeitung dieser Störungen/Ausfälle in der ISMO Folgephase sollte die Häufigkeit über einem von der Bundeswehr festzulegenden Toleranzwert liegen. Für die nicht tolerierbaren verbleibenden Fälle wird in der ISMO Folgephase dann überprüft, ob die festgestellten Störungen/Ausfälle künftig mit PMTR und geeigneten Intervallen deutlich reduziert oder sogar beseitigt werden können.

Etwaige zusätzlich festgelegte PMTR (anwendbar und effektiv) sind während der ISMO Analyse vor Übertragung der Ergebnisse an die LSA-Datenbasis mit den verbleibenden PMTR der MTL zu harmonisieren.

Das Grundprinzip der zusätzlichen PMTR-Bestimmung ist, dass diese PMTR die außerplanmäßigen Störungen / Ausfälle am betroffenen Instandhaltungsobjekt rechtzeitig entdecken bzw. verhindern. Optimale planmäßige Instandhaltung optimiert dann künftig die außerplanmäßige Instandhaltung.

Sofern PMTR zur Lösung des Problems nicht anwendbar und/oder nicht effektiv sind, sollte vom Hersteller des Produkts eine Änderung/Verbesserung der konstruktiven Ausführung geprüft werden. Das Ergebnis der Überprüfung kann der Bundeswehr als Angebot mit technischer Änderung/Verbesserung zur weiteren Aufwand-Nutzen-Analyse vorgelegt werden.

Die Entscheidung und Beauftragung zur Umsetzung einer technischen Änderung/Verbesserung obliegt der Bundeswehr.

Nachfolgend ist Teil 1 der Analyselogik der ISMO Folgephase dargestellt:

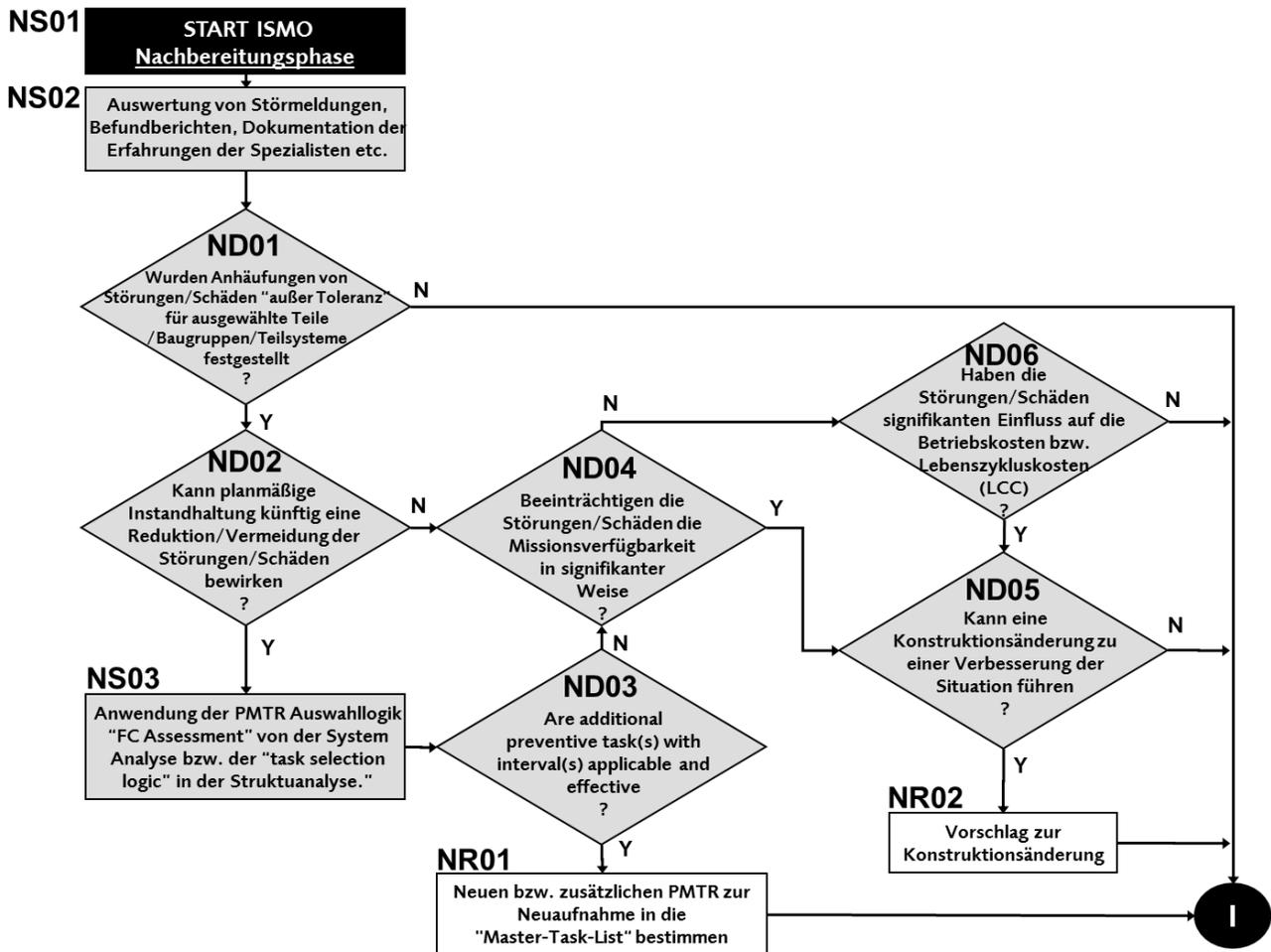


Abbildung 32: Beispiellogik eines PPH zur ISMO Folgephase (Follow-up Phase)

Phasenbezogene Handlungsanweisung/Grundlegende Vorgehensweise:

1. Anordnung der/des PL zur Durchführung eines Bundeswehr-internen Reviews für das betroffene Produkt auf Basis der Betriebsdaten/-erfahrungen und Klärung, ob eine ISMO Folgephase für das Projekt überhaupt relevant wird.
2. Anordnung der/des PL zur Ermittlung der Treiber hinsichtlich Beeinträchtigungen bei Verfügbarkeit und/oder Kosten des Produkts auf Basis von Betriebsdaten und aus der Betriebserfahrung der Bundeswehr.

#### **4.6.6. Rückkopplung von Betriebsdaten und Betriebserfahrung für die ISMO Analysephase und für die ISMO- Folgephase**

Der ISMO Analyseprozess ist dafür entwickelt, die in der Nutzung akkumulierte Betriebs- und Testerfahrungen bei der Überprüfung der einzelnen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen bzw. PMTR zu verwerten.

Die Betriebs- und Testerfahrungen können bereits dokumentiert sein und/oder „nur“ als reiner Erfahrungswert z.B. bei einem Werkstattleiter für eine bestimmte Baugruppe des Produkts vorliegen.

Es ist zu betonen, dass sich die Rückkopplung der Betriebserfahrung nicht nur auf den Typ des Produkts und seiner laufenden Nutzungsphase beziehen darf, welches der Gegenstand einer ISMO Analyse ist.

Weitere, teils essentiell wichtige Informationsquellen für eine ISMO Analyse für ein bestimmtes Produkt sind ohne Anspruch auf Vollständigkeit:

- Andere Typen von Produkten mit übertragbaren Betriebserfahrungen
- Andere Nutzer des gleichen Produkttyps
- Zivile Produkte mit Nutzungsbedingungen, die eine Übertragung der Betriebserfahrungen an Teilsystemen, Baugruppen, Bauteilen oder sogar für Zonen erlauben,
- Parallel zur Nutzungsphase laufende Testergebnisse an Prototypen und/oder an Teilsystemen, Baugruppen oder Bauteilen des Produkts.

Voraussetzung für die Nutzung dieser möglichen Quellen an Betriebs- bzw. Testerfahrungen ist die Belastbarkeit und Aussagefähigkeit dieser Quellen.

Eine reine Datensammlung aus Nutzungs- und Testphasen ist bei Weitem noch keine Grundlage, um eine belastbare und begründete Antwort auf Fragen zu geben, die in der Abfragelogik der projektspezifischen ISMO Analysephase an eine individuelle planmäßige Instandhaltungsmaßnahme aus einem gültigen Instandhaltungsprogramm bzw. an ein PMTR gestellt wird.

In den meisten Anwendungsfällen in der Instandhaltung von Produkten der Bundeswehr wurden Daten speziell aufgrund historisch bedingter Gründe zumeist wegen der geforderten Nachweisführung erfasst. Die Erfassung von Daten im Hinblick auf die spätere Optimierung der Instandhaltung ist im Bereich der Bundeswehr erfahrungsgemäß (noch) nicht einheitlich und mit Unterschieden zwischen den Teilstreitkräften und zwischen einzelnen Produkttypen behaftet.

Erschwerend ist in diesem Zusammenhang die Tatsache zu sehen, dass dem verantwortlichen Instandhaltungs- und Prüfpersonal zum Zwecke einer technisch aussagefähigen Datenerfassung oftmals geeignete, etwaigen Eingabefehlern vorbeugende IT Tools, die Ausbildung, die Erfahrung und/oder die notwendige Zeit für die Eingaben der eigentlich erforderlichen Daten und Informationen fehlten/fehlen.

Neben den rein instandhaltungsbezogenen Daten, ist es auch dringend erforderlich, dass das Nutzungsszenario und –verhalten des Produkts immer parallel zu den Instandhaltungsdaten ausgewertet und bewertet wird.

### Beispiel:

Wenn die Wirksamkeit eines planmäßigen Austausches eines Bauteiles (Time Change Item (TCI)) bewertet werden soll, sollten bei korrekter Auswahl des Maßnahmenintervalls keine bzw. kaum außerplanmäßige Ausfälle im Nutzungszeitraum auftreten. Im Jahr X wird in der Produktflotte unerwartet ein Anstieg der echten außerplanmäßigen Ausfälle um 1000% registriert (also alle Ein- bzw. Ausbauten des TCI z.B. aus Zugänglichkeitsgründen für andere Instandhaltungsmaßnahmen müssen vorher korrekt herausgefiltert sein!). Aus Nutzungsinformationen geht schließlich hervor, dass der Anstieg der Ausfälle ausschließlich in begrenzten Zeiträumen stattgefunden hat, in denen das Produkt verlegt wurde und unter erschwerten Bedingungen betrieben wurde, die teils außerhalb der ursprünglichen Spezifikationsvorgabe lagen. Sofern das nicht bekannt ist, wird ggf. das Intervall des TCI pauschal herabgesetzt, wobei dies aber nur einsatzbedingt notwendig wäre.

Zum besseren Verständnis, welche Daten, Informationen und Prozesse zur Beantwortung der Fragen in den ISMO –Analyseprozessen notwendig sind, hat die Leitungsgruppe der ASD S4000P Spezifikation mit ihren Arbeitsgruppen beschlossen, die Spezifikation ASD S4000P ab der nächsten Ausgabe (Issue 2.0), um fachliche Informationen im Kapitel 4.5. (Interface S4000P-S5000F) zu erweitern. Hierbei muss zwischen den Typen von Instandhaltungsmaßnahmen unterschieden werden. Beispielsweise werden bei der Prüfung der Effektivität einer planmäßigen Wartungsmaßnahme andere Daten bei der Rückkopplung von Betriebsdaten erwartet als bei der Prüfung der Effektivität einer planmäßigen Inspektion.

Ziel ist es, dass der „Bedarfsträger S4000P ISMO-Analyse“ von der fachlichen Seite her aufzeigt, welche Erfahrungen in welcher Form im Rahmen der ISMO –Analysen benötigt werden. In weiterer Folge erwartet das S4000P-Team die entsprechende Berücksichtigung der Erkenntnisse in der Spezifikation ASD/AIA S5000F (siehe Ref-015), die sich speziell mit Erfassung, Aufbereitung und Rückkopplung von Betriebsdaten befasst.

Mit den dann vorhandenen Informationen lässt sich ein Soll-Ist-Vergleich in der Betriebsdatenerfassung für ein individuelles Produkt durchführen.

Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass die Erkenntnisse aus den künftigen Soll-Ist-Vergleichen zu Anpassungen und Ergänzungen bei der Betriebsdatenerfassung von Produkten führen werden.

### Anmerkungen zum Thema „Verwendung von Betriebsdaten“ für den ISMO-Prozess:

1. Es ist ein sehr langer Weg von der bloßen Erfassung von Instandhaltungs-, Test-, Betriebsdaten bis hin zu einer belastbaren Antwort auf die Fragen, die in der ISMO Analysephase und in der ISMO Folgephase gestellt werden.
2. Aus Sicht dieses Leitfadens kann zum jetzigen Zeitpunkt noch kein allgemeingültiges und wirksames Prinzip der Datenerfassung, Prüfung, ggf. Ergänzung, Sortierung, Filterung und Bewertung erstellt werden, welches für alle Produkte gilt.
3. Die Durchführung der ISMO Analyse nach ASD S4000P ist für Produkte aber auch dann möglich, wenn Betriebsdaten und Betriebserfahrung fehlen und/oder schlecht auswertbar/verwertbar sind. Da das Optimierungspotential auch andere Aspekte beinhaltet, ist in solchen Fällen lediglich die Effektivität der ISMO Analyse eingeschränkt.
4. Die für den ISMO Prozess notwendigen Daten sollten von SASPF bereitgestellt werden.

## **5. Nutzung der Informationstechnologie (IT) zur Umsetzung von ASD S4000P Kapitel 2 und Kapitel 3**

### **5.1. Einleitung zur datenbasierten Unterstützung von Analysen nach ASD S4000P**

Im Hinblick auf die IT-gestützte Unterstützung der ASD S4000P Kapitel 2 und 3 ist in der ersten Version der S4000P Issue 1.0 noch kein eigenes Kapitel in der Spezifikation vorhanden.

Die Organisation ASD plant die Beschreibung eines ASD S4000P-Datenmodells mit den dazu erforderlichen Datenelementen und deren Verknüpfungen in einer weiteren Spezifikation der Spezifikationsreihe der „ASD/AIA S-Series of Specifications“. Die dazu erforderlichen Aktivitäten haben bereits begonnen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Dokumentenausgabe des Leitfadens ist diese „S4000P-Datenaustausch-Spezifikation“ jedoch noch nicht entwickelt und damit noch nicht verfügbar.

### **5.2. Sachstand IT-Unterstützung von Analysen nach ASD S4000P, Kapitel 2**

Zur Durchführung von Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2 bzw. nach anderen bereits oder ehemals etablierten Verfahren (MSG-3, RCM) gibt es derzeit eine Reihe unterschiedlicher IT-Anwendungen am Markt, welche grundsätzlich nur die Systemanalyse von Produkten unterstützen (siehe ASD S4000P Kapitel 2.2.). Die IT-unterstützte Umsetzung von Strukturanalysen (siehe ASD S4000P Kapitel 2.3.) bzw. die Realisierung von Zonenanalysen (siehe ASD S4000P Kapitel 2.4.) sind projektspezifisch sehr unterschiedlich und gegenüber dem Kapitel 2.2. schwerer in einem IT Tool umzusetzen. Geeignete IT-Tools befinden sich in der Entwicklung und sind zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Dokuments noch nicht uneingeschränkt verfügbar. Bis zur vollständigen Verfügbarkeit geeigneter IT kann die Umsetzung der Analysen nach Kapitel 2 auf Arbeitsblättern erfolgen, die als Dokumente zur Nachvollziehbarkeit und abschließenden Nachweisführung ggf. eingescannt werden.

### **5.3. Die IT Minimallösung zur Umsetzung einer Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2**

Die Mindestlösung zur Anwendung bekannter Systemanalyseverfahren und damit auch für die Umsetzung der S4000P Kapitel 2.2. bietet die Anwendung von allgemein verfügbarer Standardsoftware wie z.B. die Microsoft Office Produktpalette. Mit den Anwendungen MS Excel oder MS Access können die anzuwendenden Analyselogiken eines PPH mit einfachen Mitteln abgebildet, bearbeitet und dokumentiert werden.

Ausgewählte Vorteile dieser IT-Umsetzungsvariante sind:

- Sofortige Anwendbarkeit auch für kleine Projekte und kleine Analysebudgets,
- Keine IT-Software-Lizenzgebühren/Beschaffungskosten,
- Keine zusätzliche Anpassung einer vorhandenen IT-Software auf das Projekt,
- Problemlose Schulung und schnelle Anwendung durch die Analysten.



Ausgewählte Nachteile dieser IT-Umsetzungsvariante sind:

- Schwierige und fehlerbehaftete Konsolidierung der Einzelergebnisse aus den Einzelanalysen auf verschiedenen Dateien (Erzeugen eines „gemeinsamen PMTR Nenners“ durch Filterung von PMTR Mehrfachnennungen, Auswahl der „worst-case“ Kritikalität bei den Auswirkungen der zugeordneten Funktionsfehler, Konsolidierung unterschiedlicher PMTR- Intervalle),
- Fehlerquellen durch häufige Kopierarbeiten zwischen den einzelnen Tabellen/Formblättern
- Schwierige Überprüfung und bedarfsweise Überarbeitung der ursprünglichen Analyseergebnisse zu späteren Projektzeitpunkten,
- Fehlerquellen bei der Datenkonsistenz, da einzelne Ergebnisse zwischen Dateien von den Analysten kopiert und übertragen werden müssten sofern keine Datenbanklösung eingesetzt wird,
- Probleme bei der Übergabe der Analysedaten auf einen nachfolgenden Bearbeiter (z.B. bei Personalwechsel),
- Schlechte bzw. aufwändige Nachvollziehbarkeit der Analyseergebnisse,
- Schlechter bzw. fehlender Datenaustausch mit IT-Lösungen anderer ASD Spezifikationen.

Die Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. lässt sich im Prinzip mit 4 Tabellen in MS EXCEL darstellen, welche die 4 Schritte der Systemanalyse abbilden:

**Systemanalyse Schritt 1:**

| S4000P System Analysis                |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|---------------------------------------|--|---|--|--|---|---|--|-------------------------|-----------|
| PRODUCT-NAME                          |  |   |  |  |   | ANALYSIS COMPANY  |  | ANALYST NAME            |           |
| PRODUCT MANUFACTURER                  |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
| SUB-SYSTEM                            |  |   |  |  |   | ANALYSIS STATUS   |  | DATE                    |           |
| SUB-SYSTEM MANUFACTURER               |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
| ARC / NON-ARC DETERMINATION QUESTIONS |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
| S4000P CODE NUMBER                    | ITEM / EQUIPMENT / SUB-(SUB)-SYSTEM NAME | DESIGN IDENTIFICATION (DRAWING NO. PARTNUMBER ETC.) | S1000D SNS, S3000L LCN,PBI (IF EXISTING) | Could a Functional Failure (FF) affect Product safety, including safety/emergency systems and/or emergency equipment ? | Could a FF conflict with law and/or could the FF have a significant impact on environmental integrity (ecological damage) ? | Could a FF have an impact on mission/operational capability ? | Could a FF of the selected item have a significant economic impact ? | ARC SELECTED ? (YES/NO) | REMARK(S) |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |
|                                       |  |   |  |  |   |   |  |                         |           |

Abbildung 33: Beispiel MS Excel Analyseblatt für Schritt 1 der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2



**Systemanalyse Schritt 4:**

| S4000P System Analysis               |                         |          |                                |   |                            |   |
|--------------------------------------|-------------------------|----------|--------------------------------|---|----------------------------|---|
| FC ASSESSMENT                        |                         |          |                                |   |                            |   |
| ARC LCN / PRODUCT BREAKDOWN ELEMENT: |                         | ARC P/N: |                                | ARC DESCRIPTION:  | DATE:                      | ANALYST NAME / COMPANY NAME   |
| FF REF                               | FUNCTIONAL FAILURE (FF) | FFC REF  | FUNCTIONAL FAILURE CAUSE (FFC) | ANSWERS ON QUESTIONS: IF "YES" GIVE DETAILS OF TASK; IF "NO" JUSTIFY USING APPLICABILITY AND EFFECTIVENESS  |                            |   |
|                                      |                         |          |                                | QUESTION  | ANSWER                     | JUSTIFICATION   |
|                                      |                         |          |                                | Is probability of occurrence of identified Failure Cause (FC) below a numerical threshold value (to be defined)? <b>A</b>   | YES                        |   |
|                                      |                         |          |                                | Is the condition and/or degradation trend of an identified Failure Cause (FC) under analysis fully detectable by Product-BIT and/or evaluated via health monitoring equipment? <b>B</b> | YES                        | • Perform on-condition maintenance for FC<br>• Evaluate scheduled functional test of Product BIT system for FC with critical FFEC |
|                                      |                         |          |                                | Is a SERVICING task applicable and effective? <b>C</b>  | NO                         |   |
|                                      |                         |          |                                | Is an OPERATIONAL CHECK / SIMPLE INSPECTION applicable and effective? <b>D</b>  | NO                         |   |
|                                      |                         |          |                                | Is an INSPECTION or FUNCTIONAL TEST applicable and effective? <b>E</b>  | NO                         |   |
|                                      |                         |          |                                | Is a RESTORATION / OVERHAUL task applicable and effective? <b>F</b>   | NO                         |   |
|                                      |                         |          |                                | Is a TCI task applicable and effective? <b>G</b>  | NO                         |   |
|                                      |                         |          |                                | Is a single maintenance task or a combination of those tasks applicable and effective? <b>H</b>   | NO                         |   |
|                                      |                         |          |                                | Assessment of REDESIGN in accordance with TABLE 3   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                | END of FC Assessment Analysis   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                | No PMTR with interval for FC under analysis   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                | <b>SELECTED FFEC FROM FF CATEGORIZATION</b>   |                            |   |
| TASK NO                              | SELECTED TASK           | INTERVAL | INTERVAL TYPE                  | REMARK ON TASK SELECTION  | REMARK RELATED TO REDESIGN |   |
|                                      |                         |          |                                |   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                |   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                |   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                |   |                            |   |
|                                      |                         |          |                                |   |                            |   |

Abbildung 36: Beispiel MS Excel Analyseblatt für Schritt 4 der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2

## **5.4. Die IT Ziellösung zur Umsetzung einer Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2**

Ziel zur Umsetzung der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. ist eine Datenbankanwendung mit Verknüpfung der Einzeltabellen Schritt 1 bis 4, welche einen automatischen fehlerlosen Datenaustausch zwischen den Tabellen ermöglicht und dem Analysten integrierte Funktionen zur abschließenden PMTR Konsolidierung bietet.

Diese IT-Lösung beseitigt die bei der IT Minimallösung aufgelisteten Nachteile.

Die Datenbankanwendung soll eine vordefinierte Import – und Exportfunktion für das Einlesen von analyserelevanten Daten und zum Auslesen der Analyseergebnisse bieten (Stichwort MTL).

Die Auslesefunktion der Analyseergebnisse ist gleichzeitig Schnittstelle zu den anderen ASD-Anwendungen, insbesondere zur LSA-Datenbank nach ASD/AIA S3000L.

Ein geeignetes, voll funktionsfähiges IT Tool ist zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Leitfadens noch nicht verfügbar. Angestoßen durch bereits laufende Projekte auf der Basis ASD S4000P Kapitel 2 befinden sich geeignete IT Tools bereits in der Entwicklung.

Die Entwicklungszeit bei den IT Firmen kann durch die Bündelung des Bedarfs mehrerer Anwender deutlich beschleunigt werden.

### Anmerkungen/Hinweise zum Thema IT –Tools für Analysen nach ASD S4000P:

1. Die Verwendung von Standardsoftware (z.B. die Microsoft Office) zur Umsetzung und Dokumentation einer Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. sollte nur bei relativ kleinen und überschaubaren Analyse-Projekten an Produkten erwogen werden.
2. Datenbank-basierte IT-Tools sind für die Durchführung einer Analyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. in jedem Fall zu bevorzugen. Die Einheitlichkeit der Darstellung der Analyseergebnisse (incl. Der besseren Nachvollziehbarkeit der Analyseergebnisse!).
3. Es wird der Bundeswehr empfohlen, sich bei laufenden Entwicklungen der o.a. IT Tools so früh wie möglich einzuschalten und zu beteiligen um die anstehenden Projekte zügig abarbeiten zu können. Ohne die Verfügbarkeit dieser geeigneten Arbeitsmittel sind Verzögerungen in künftigen Projekten vorprogrammiert.
4. Zur Umsetzung der Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2.3 und 2.4. wird bis auf weiteres empfohlen, dass die verantwortlichen Analysten die Arbeitsblätter, die im PPH für ein Projekt definiert sind, ausdrucken und manuell befüllen. Die freigegebenen befüllten Arbeitsblätter sind zwecks Dokumentation und Nachvollziehbarkeit einzuscannen und geeignet abzuliegen. Dies ist sinnvoll, da diese Einzelanalysen in ihrer Anzahl deutlich unter den Einzelanalysen der Systemanalysen liegen.

## **5.5. Sachstand IT-Unterstützung von ISMO- Analysen nach ASD S4000P Kapitel 3**

Die europäische militärische Luftfahrtindustrie war seit dem Jahr 2012 durch anstehende Anwendungsprojekte des ISMO-Verfahrens nach ASD S4000P Kapitel 3 gezwungen, eine ISMO-IT-Analyseunterstützung für Analysten und die ISMO-Anwendungen zu erarbeiten und bereitzustellen. Zu jenem Zeitpunkt war die ASD S4000P Issue 1.0 erst als Entwurf verfügbar aber offiziell noch nicht veröffentlicht.

Wegen der beschlossenen und beauftragten ISMO-Anwendungsprojekte wurde bei der Vorgängerorganisation der heutigen Fa. Airbus Defence & Space firmenintern ein erstes IT-Tool zur Anwendung einer detaillierten ISMO Analyselogik unter Verwendung von Microsoft (MS) ACCESS programmiert. Diese IT Erstanwendung ermöglichte die Anwendung des projektspezifisch voll ausgearbeiteten ISMO-Verfahrens, welches heute generisch in ASD S4000P Kapitel 3 beschrieben ist. Die firmeninterne Programmierung dieser Erstversion ermöglichte eine schnelle Anpassung oder Erweiterung des IT-Tools, wenn der Bedarf von den Analysten begleitend zur Anwendung des ISMO –Verfahrens festgestellt wurde. Diese IT Lösung beschränkte jedoch die parallele gleichzeitige Bearbeitung durch mehrere Analysten und konnte nur lokal an einem Standort eingesetzt werden (d.h. keine web-basierte IT Lösung).

Varianten des o.a. IT-Tools der Fa. Airbus Defence & Space kamen bis zum Jahr 2014 bei folgenden Projekten erfolgreich zum Einsatz:

- Optimierung des Instandhaltungsprogrammes des Aufklärungsflugzeuges P-3C Orion der deutschen Marine und
- Optimierung der planbaren Materialerhaltung der Eurofighter für die Exportnation Österreich.

Im Rahmen der multinationalen Anwendung des ISMO-Verfahrens des Waffensystems Eurofighter hat die Eurofighter GmbH zusammen mit der Bundeswehr beschlossen, das ISMO-Verfahren multinational für die 4 „Core-Nations“ des Eurofighter mit der Bezeichnung „Eurofighter In Service Maintenance Optimization“ (EISMO) anzuwenden. Beteiligte Nationen: Germany, Italy, United Kingdom, Spain.

Das „lessons learnt“ aus der Erstentwicklung von ISMO IT Tools bei Airbus Defence and Space floss in ein multinationales, web-basiertes Eurofighter IT Tool ein. Dieses EISMO –IT-Tool wurde spezifisch für die Projektanforderungen und -Randbedingungen des Waffensystems Eurofighter erstellt und angepasst. Es befindet sich aktuell in der Nutzung ausschließlich für Eurofighter.

Eine wesentliche Basisvorgabe der ASD Organisation an alle ASD ILS Spezifikationen ist die breite Anwendbarkeit auf alle komplexen technischen Produkte. Da der projektspezifische ISMO Analyseprozess jedoch immer individuell vom Typ des Produkts, seinen Grundlagen, seiner Historie und der Phase im Lebenszyklus abhängig ist, muss die projektspezifische ISMO Analyselogik mit flexibler Ausprägungsform in ein geeignetes ISMO IT Tool ladbar und darin bearbeitbar sein.

Zur Umsetzung letztgenannter Anforderung sind erste IT Unternehmen bereits in Vorleistung gegangen und bieten diese Arbeitsmittel an.

### 5.6. Information zur künftigen Datenerzeugung, Datenhaltung und zum Datenaustausch auf Basis der „ASD ILS Series of Specifications“

Aus der Sicht ASD S4000P Kapitel 2 ist die Schnittstelle zur LSA Datenbank nach ASD/AIA S3000L zwecks Übergabe und der anschließenden Weiterbearbeitung von herausragender Bedeutung. Zur Sicherstellung der Datenaktualität und Datenkonsistenz innerhalb eines Projekts sind stets aktuelle, nachvollziehbare und bauzustandsbezogene Daten erforderlich. Wenn zu einem späteren Zeitpunkt im Lebenszyklus des Produkts eine Anpassungen/Ergänzungen/Optimierungen einzelner PMTR und/oder deren Intervalle vorgenommen werden (müssen), ist Herkunft und Nachvollziehbarkeit der ursprünglichen PMTR Analyseergebnisse von entscheidender Bedeutung. Eines der ASD Ziele und Grundsatzvorgabe ist die künftige Realisierung eines real funktionierenden „Integrated Logistic Support“, welcher bei der hohen Komplexität eines modernen Produkts nur über einen klar definierten, schnellen und problemlosen Datenaustausch über geeignete Datenschnittstellen funktionieren kann. Im Rahmen der ISMO Analysen wird der aktuelle Input aller gültigen planmäßigen Instandhaltungsmaßnahmen mit Durchführungsintervallen aus der aktuellen Technischen Dokumentation nach ASD S1000D bei der Erstellung der „Master Task List“ benötigt. Diese Schnittstelle ist in nachfolgender Abbildung dargestellt. Zwischen der Herleitung der PMTR, deren Umsetzung in ein Instandhaltungsprogramm, der Durchführung der Einzelmaßnahmen und der Optimierung im Rahmen ISMO entsteht somit ein Regelkreis für die planmäßige Instandhaltung von Produkten:

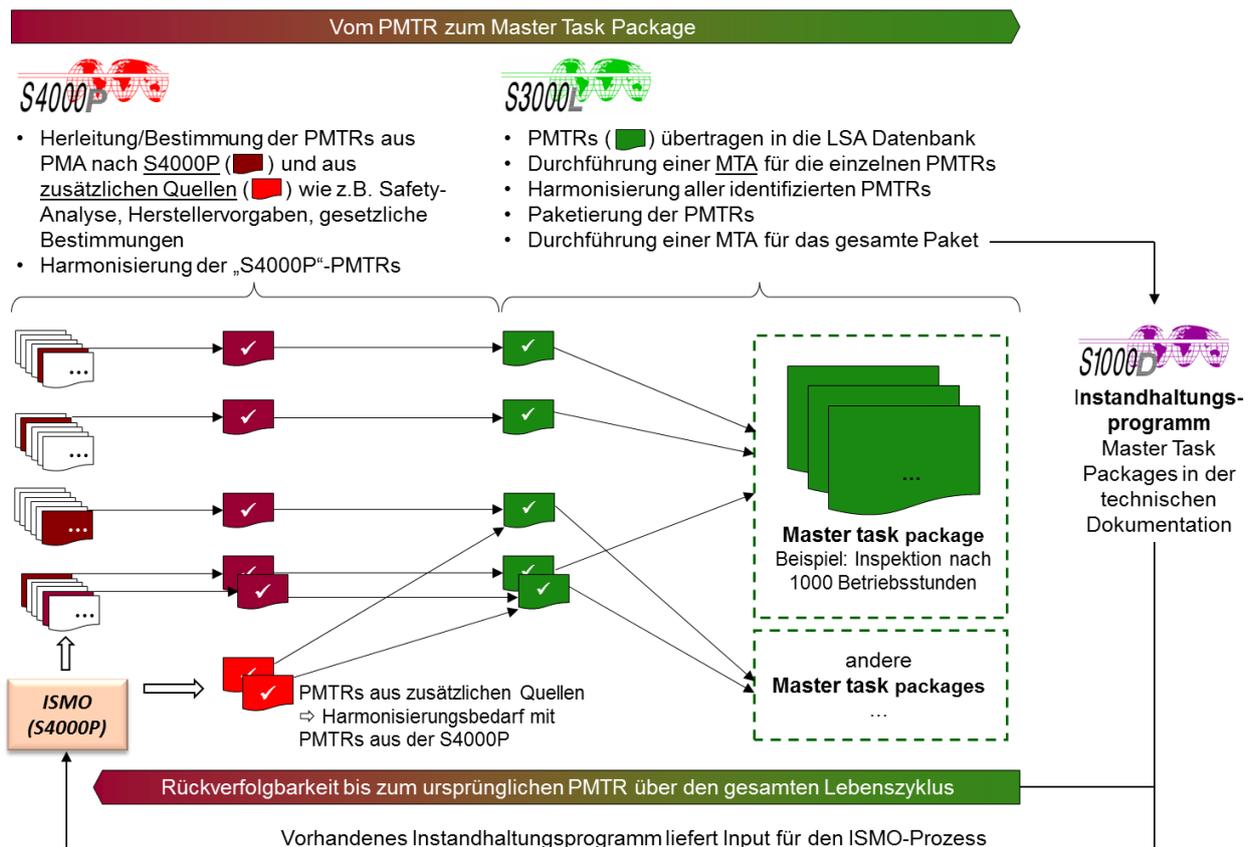


Abbildung 37: Datenaustausch zwischen ASD S4000P, ASD/AIA S3000L und AII/ASD S1000D

**Anmerkung:**

Nicht dargestellt ist die Rückkopplung und Nutzung von Betriebsdaten nach ASD S5000F im ISMO Prozess.

Die nachfolgende Abbildung zeigt das prozedurale Zusammenspiel von der Durchführung der Analysen nach ASD S4000P über die PMTR-Konsolidierung, -Harmonisierung und -Lieferung in Ergebnis-Reports, der Prüfung der Ergebnisse durch Bundeswehr/Behörde(n) bis hin zur Datenübertragung in die LSA-Datenbasis nach ASD/AIA S3000L (unter der Annahme, dass diese für ein Produkt-Projekt verfügbar ist):

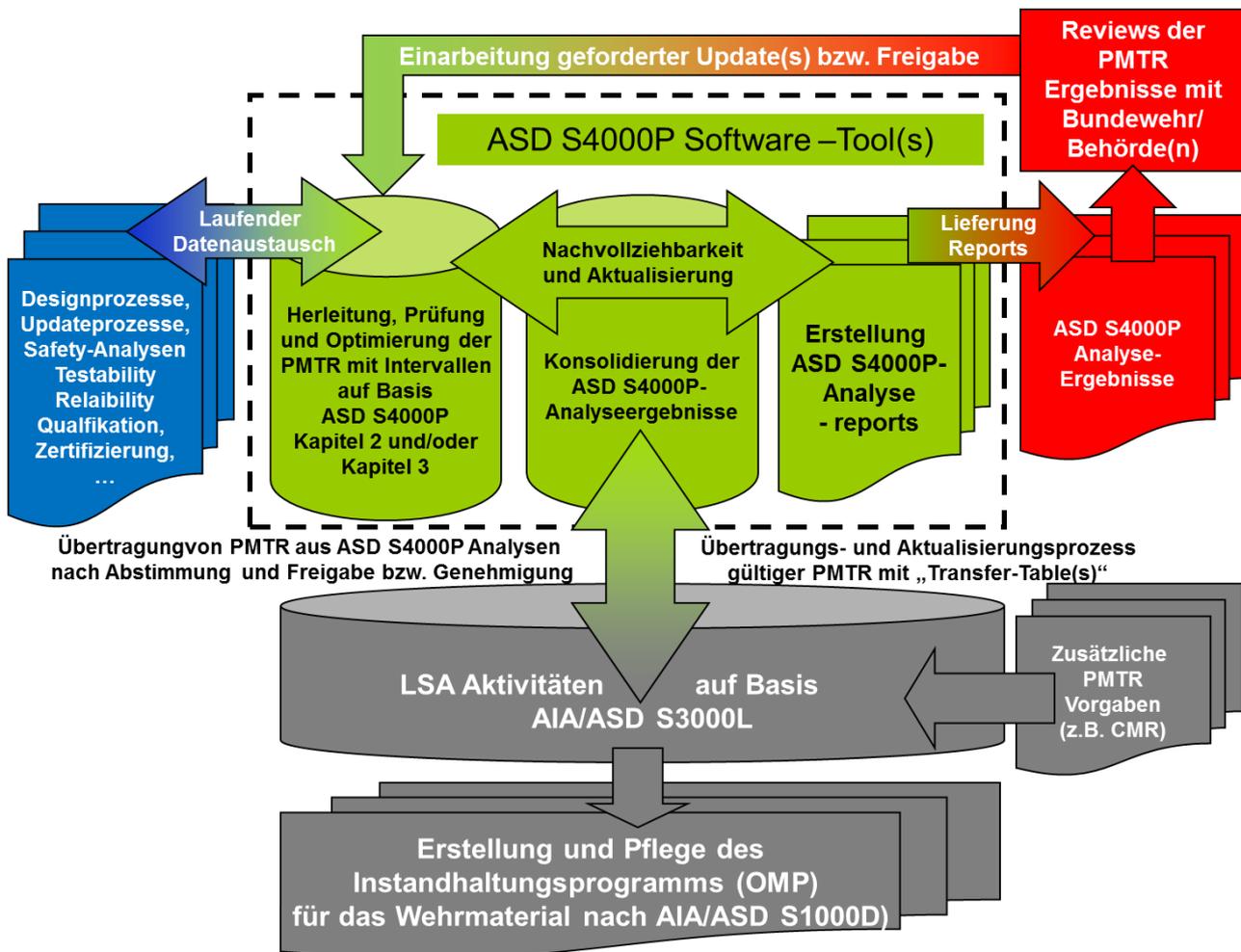


Abbildung 38: PMTR Datenerzeugung, -prüfung und -austausch

Wesentliche Daten- und Informationsschnittstellen, die für die Analysen zur Herleitung, Prüfung und Optimierung von PMTR erforderlich sind, befindet sich zwischen den ASD S4000P –Analysten und den Konstruktionsabteilungen, Zulieferern, Safety, Testability, Reliability-Fachleuten, Fachbereichen, die für Qualifikation und Zulassung des Produkts zuständig sind. Die resultierenden PMTR werden mit Ergebnisberichten (Reports) an die Bundeswehr/Zulassungsstelle(n) zur Prüfung, Kommentierung und Freigabe geleitet. Nur konsolidierte, harmonisierte, akzeptierte und freigegebene PMTR werden mit definierter Datenschnittstelle in einer MTL zur weiteren Bearbeitung an die LSA nach ASD/AIA S3000L übertragen.

Anmerkung:

Im Hinblick auf die weitere Bearbeitung der PMTR bis hin zur einer ausreichenden Datenbasis zur Erstellung eines Instandhaltungsprogrammes /OMP werden ausgewählte Prozesse nach ASD/AIA S3000L dringend benötigt. Diese sind in einem weiteren Bundeswehr-Leitfaden zur Anwendung dieser Spezifikation beschrieben (siehe Ref-018).

Für die IT-technische Umsetzung der ASD S4000P Analyseprozesse mit Softwaretool(s) für ASD S4000P Kapitel 2 (Herleitung von PMTR) und/oder für ASD S4000P Kapitel 3 (Optimierung der PMTR) gibt es folgende Lösungsmöglichkeiten:

1. Jeweils getrennt voneinander entwickelte und einsetzbare Software-Tools für ASD S4000P Kapitel 2 und für ASD S4000P Kapitel 3.
2. Ein kombiniertes Software-Tool, in dem beide Kapitel der ASD S4000P gleichzeitig mit gemeinsamer Datenschnittstelle nach externen Datenbanken umgesetzt sind.
3. Eine allumfassende integrierte ILS-Softwarelösung, welche alle erforderlichen Analysen nach ASD S4000P und ASD/AIA S3000L abdeckt und internen reibungslosen Datenaustausch mit den übrigen Spezifikationen der ASD gewährleistet.

## **5.7. Weitere Anmerkungen/Hinweise zum Thema IT**

### **5.7.1. Beschaffung von Software-Tools für ASD S4000P**

Die ASD S4000P wurde seit Veröffentlichung im Mai 2014 vorzugsweise mit ISMO Analysen nach Kapitel 3 umgesetzt. Für zugehörige ISMO Projekte ist geeignete Analysesoftware am Markt verfügbar.

Für Analysen nach Kapitel 2 erfolgt derzeit – ebenfalls projektgetrieben – eine Erweiterung des derzeit vorhandenen ISMO Tools mit einem eigenständigen IT Modul, welches zunächst den Analyseschritt 4 der Systemanalyse nach Kapitel 2.2. realisiert. Die Analyseschritte 1 bis 3 werden in diesem Projekt noch in die Safety-Analyse und dem dort eingesetzten IT Tool ausgelagert. Es ist geplant, dass für künftige Projekte die Analyseschritte 1 bis 3 der Systemanalyse ebenfalls im neuen IT Modul integriert werden. Unter Berücksichtigung der Marktlage und dem Entwicklungsfortschritt bei den vorhandenen ASD S4000P IT Tools ist kurzfristig die o.g. Lösungsmöglichkeit 2 zu empfehlen. Diese IT-Lösung ist auch für die Fälle reines Kapitel 2- Projekt oder für ein reines Kapitel 3 Projekt einsetzbar. Diese IT Lösung ermöglicht die Unabhängigkeit von einer sehr komplexen, vollintegrierten Lösungsmöglichkeit 3 und von nur einem IT Hersteller. Die Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2.3. (Strukturanalyse) und ASD S4000P Kapitel 2.4. (Zonenanalyse) sollten aufgrund der hohen, projektspezifischen Individualität bis auf weiteres weitgehend ohne ein IT-Tool realisiert werden. Die Analyseformblätter und die Rating-Sheets des PPH sind für die Analyse außerhalb eines IT Tools nutzbar. Nach Bearbeitungsende und Freigabe kann man diese z.B. in das o.a. IT Tool einscannen.

### **5.7.2. Fehlende logistische Datenbank nach ASD/AIA S3000L oder funktionelle Lücke(n) bei existierenden LSA-Datenbanken**

Sofern für ein Produkt keine logistische Datenbank nach ASD/AIA S3000L vorhanden ist (z.B. aus historischen Gründen) sollte aus der Sicht ASD S4000P als Minimumforderung zumindest eine Grunddatenbank mit allen gültigen PMTR pro System, Strukturteil und Zone des Produkts angelegt, befüllt und aktuell gehalten werden. In dieser Datenbank sind dann auch weitere PMTR eintragbar und nachweisbar, die z.B. aus Zertifizierungsforderungen stammen (Certification Maintenance Requirements = CMR; Life Limitations etc.). Alle genehmigten und freigegebenen Original-PMTR sind dann jederzeit nachvollziehbar. Die Umsetzung von weiteren Aktivitäten wie „Maintenance Task Analysis“ (MTA) für die PMTR, Konsolidierung von Mehrfach-PMTR, Paketierungsprozess nach ASD/AIA S3000L Kapitel 10, eine 2. MTA für die ermittelten Instandhaltungspakete vor Übergabe der Ergebnisse muss vor Erstellung der Technischen Dokumentation nach ASD/AIA S1000D dennoch erfolgen.

## 6. Zusammenfassung

Vorliegender Leitfaden der Bundeswehr zur internationalen Spezifikation ASD S4000P dient der strukturierten Umsetzung der Anforderungen dieser Spezifikation im Zusammenhang mit Herleitung und/oder Optimierung von PMTR für ein komplexes technisches Produkt.

Das ASD S4000P Analysespektrum umfasst

- ⇒ die entwicklungsbegleitende Erstanalyse von neu zu entwickelnden Produkten nach ASD S4000P Kapitel 2,
- ⇒ die Optimierung von PMTR mit Intervallen von bereits entwickelten Systemen/Systemanteilen nach ASD S4000P Kapitel 3. Diese Systeme/Systemanteile werden in ein künftiges Produkt übernommen und auf Basis von bisherigen Betriebsdaten und Betriebserfahrungen in anderen Produkttypen bewertet.
- ⇒ die bedarfsweise nachträgliche Analyse nach ASD S4000P Kapitel 2 z.B. im Rahmen einer Modifikation oder zur nachträglichen Umsetzung neuer Kenntnisse in der Analyse – Verfahrenstechnik.
- ⇒ Die Optimierung der Instandhaltung in der Nutzungsphase mit dem ISMO Verfahren

Dieser Leitfaden unterstützt die Bundeswehr bei der Anwendung der internationalen Spezifikation ASD S4000P. Gleichzeitig unterstützt und verbessert der Leitfaden die Kooperation zwischen Bundeswehr und Industrie.

Die Bundeswehr kann der Industrie auf Basis dieses Leitfadens gezielt vorgeben und kontrollieren, welche analytischen Mindestleistungen je nach Projektphase notwendig sind.

Die Bundeswehr kann ihrerseits bei Leistungsbeschreibungen und Angeboten auf diese Mindestleistungen Bezug nehmen und diese u.a. bei Personalplanung und Projektplan berücksichtigen.

Grundsätzlich können Analysen nach ASD S4000P für ein Produkt auf Basis eines oder mehrerer PPH-Varianten losgelöst von anderen logistischen Aspekten und Spezifikationen beauftragt und durchgeführt werden.

Die Umsetzung der ISMO Analysen ist jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit ohne die entsprechenden Eingangsdaten und Basisinformationen zumindest beeinträchtigt. Dies wirkt sich durch den Zwang zu konservativen Annahmen bei den verantwortlichen Analysten erfahrungsgemäß auf die erzielbaren Ergebnisse eher negativ aus.

## 7. Referenzen

| Referenz<br>lfd. Nr. | Dokumentnummer  | Bezeichnung  |
|----------------------|---|--|
| Ref-001              | ASD S4000P Issue 1.0<br>Ausgabe 23. Mai 2014  | International specification for developing and continuously improving preventive maintenance   |
| Ref-002              | ZDv A-1500/3, Version 1;<br>Az 79-01-01<br>Ausgabe 05. Mai 2014                                 | Zentrale Dienstvorschrift<br>Customer Product Management (nov.)<br>Verfahren für die Bedarfsermittlung, Bedarfsdeckung und Nutzung in der Bundeswehr |
| Ref-003              | ZDv A-1510/1<br>Az 76-03-02<br>Ausgabe 02. Oktober 2013   | Zentrale Dienstvorschrift<br>Lebenswegkostenmanagement in der Bundeswehr über alle CPM-Phasen<br>Life Cycle Cost Management (LCCM)                   |
| Ref-004              | Q3.1, Vers 1.01<br>Az 81-02-74<br>Ausgabe 28. Mai 2015,   | Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelementes Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.))   |
| Ref-005              | A2-1013/0-0-25<br>Ausgabe 04. Januar 2017   | Zentralrichtlinie<br>Instandhaltung und Fertigung  |
| Ref-006              | ATA MSG-3<br>Ausgabe Januar 2011  | Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development  |
| Ref-007              | MIL STD 1843 (RCM)<br>(wurde für ungültig erklärt und unterliegt daher keiner laufenden Pflege) | Reliability-Centered Maintenance for Aircraft, Engines and Equipment   |
| Ref-008              | NAVAIR 00-25-403<br>Ausgabe 05. Juni 2007   | Guidelines for the Naval Aviation RCM Process  |
| Ref-009              | UK MOD Def Stan 00-45<br>Part 3, Issue 2, Ausgabe 2012  | Guidance on the Application of Reliability Centered Maintenance  |
| Ref-010              | DIN 31051,<br>Ausgabe September 2012  | Grundlagen der Instandhaltung  |
| Ref-011              | DIN EN 13306,<br>Ausgabe Dezember 2010  | Begriffe der Instandhaltung<br>(dreisprachige Fassung)   |

| Referenz<br>lfd. Nr. | Dokumentnummer   | Bezeichnung  |
|----------------------|--|--|
| Ref-012              | ASD/AIA S1000D, Issue 4.1<br>Ausgabe Januar 2013   | International specification for technical publications using a common source database            |
| Ref-013              | ASD/AIA S2000M, Issue 6.0<br>Ausgabe 16. Dezember 2015   | International specification for material management  |
| Ref-014              | ASD/AIA S3000L, Issue 1.1<br>Ausgabe 01. Juli 2014   | International procedure specification for Logistic Support Analysis (LSA)                        |
| Ref-015              | ASD/AIA S5000F, Issue 1.0<br>Ausgabe 23. September 2016  | International specification for in-service data feedback   |
| Ref-016              | ASD/AIA S6000T,<br>(befindet sich in der Erstellung)   | International procedure specification for Training/TNA   |
| Ref-017              | A/A/ASD X000i, Issue 1.0<br>Ausgabe Dezember 2015  | International guide for the use of the S-Series Integrated Logistic Support (ILS) specifications |
| Ref-018              | B/U2AT/EA231/N3144<br>Issue 1.0<br>Ausgabe 09. Juni 2017   | Leitfaden zur Anwendung der internationalen Spezifikation A/A/ASD S3000L in der Bundeswehr       |
| Ref-019              | C1-2030/0-7001<br>Version 2<br>gültig ab 30. Januar 2017   | Umweltschutz im novellierten Customer Product Management<br>(Bereichsvorschrift)                 |
| Ref-020              | C1-2030/0-7001<br>Anlage 5.4. zur Bereichsvorschrift<br>Umweltschutz im novellierten<br>Customer Product Management: | Leitfaden zur Erstellung von Umweltverträglichkeitsanalysen                                      |

## 8. Definitionen und Abkürzungen

### Definitionen

| Definition                | Bedeutung   |
|---------------------------|---|
| Bottom-up Analyse-Methode | Systematische Betrachtung ausgehend von einzelnen Fehlerursachen mit Ermittlung der unmittelbaren, lokalen Fehlerauswirkung, der nächsthöheren Fehlerauswirkung bis zur potentiellen Fehlerauswirkung auf der Ebene des Produkts (falls es Fehlerauswirkungen gibt, die über den lokalen Fehlereffekt hinausgehen). |
| Top-down Analyse Methode  | Systematische Betrachtung ausgehend von der/den System-/Teilsystem-/Equipment-Funktionen, der Einstufung der Kritikalität der Auswirkung dieser Funktionsfehler und der anschließenden Ermittlung potentieller Fehlerursachen pro Funktionsfehler.  |

### Abkürzungen

| Abkürzung | Bedeutung  |
|-----------|--|
| ABC       | Atomar, Biologisch, Chemisch   |
| AD        | Accidental Damage  |
| AECMA     | Association européenne des constructeurs de matériel aérospatial         |
| AIA       | Aerospace Industries Association (of the United States of America)       |
| AIN       | Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung                              |
| ALP       | Allied Logistic Publication  |
| APZ       | Aufwands-Prioritäts-Zahl   |
| AQAP      | Allied Quality Assurance Publication                                     |
| ARC       | Analysis Relevant Candidate  |
| ASD       | AeroSpace and Defence Industries Association of Europe                   |
| ATA       | Air Transport Association (USA)  |
| AWE       | Auswahlentscheidung (der Lösungsalternative)                             |
| BAAINBw   | Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr |
| BDR       | Battle Damage Repair   |
| BHO       | Bundeshaushaltsordnung   |
| BV        | Bevollmächtigter Vertreter   |
| Bw        | Bundeswehr   |
| CD&E      | Concept Development and Experimentation                                  |
| CDR       | Critical Design Review   |
| COI       | Community of Interest  |
| CPM       | Customer Product Management  |
| CRD       | Customer Requirement Document  |

| Abkürzung | Bedeutung  |
|-----------|--|
| DepotInst | Depotinstandhaltung  |
| DIN       | Deutsches Institut für Normung                               |
| DSt       | Dienststelle(n)  |
| DV        | Datenverarbeitung  |
| EADS      | European AeroSpace and Defence Systems                       |
| EISMO     | Eurofighter In-Service Maintenance Optimization              |
| ED        | Environmental Deterioration                                  |
| FCE       | Failure Cause External (system-externe Fehlerursache)        |
| FCI       | Failure Cause Internal (system-interne Fehlerursache)        |
| ER        | Expedient Repair   |
| ESB       | Einsatzbedingter Sofortbedarf                                |
| ET        | Ersatzteil(e)  |
| ETB       | Entwicklungstechnische Betreuung                             |
| ETFBed    | Ersatzteifolgebedarf   |
| FC        | Failure Cause (Fehlerursache)                                |
| FF        | Functional Failure (Funktionsfehler)                         |
| FFE       | Functional Failure Effect (Auswirkung des Funktionsfehlers)  |
| FFEC      | Functional Failure Effect Code                               |
| FFF       | Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung                    |
| FFF(S)    | Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung (Sofortinitiative) |
| FMEA      | Failure Mode and Effects Analysis                            |
| F&T       | (Wehrtechnische) Forschung und Technologie                   |
| GeNu      | Genehmigung zur Nutzung                                      |
| GP        | Geschäftsprozess   |
| GVI       | General Visual Inspection                                    |
| HNS       | Host Nation Support  |
| HP        | Hauptprozess(e)  |
| IETD      | Interaktive elektronische technische Dokumentation           |
| IH        | Instandhaltung   |
| IHKG      | Instandhaltungskostengrenze                                  |
| IHF       | Instandhaltung und Fertigung                                 |
| IHS       | Instandhaltungsstufe(n)                                      |
| ILS       | Integrated Logistic Support                                  |

| Abkürzung     | Bedeutung                                  |
|---------------|--|
| ILSP          | Integrated Logistic Support Plan           |
| IPP           | Integrierter Planungsprozess               |
| IPT           | Integriertes Projektteam                   |
| ISMO          | In-Service Maintenance Optimization        |
| IT            | Informationstechnologie                    |
| K/V           | Konservierung / Verpackung                 |
| LA            | Lenkungsausschuss                          |
| LCC           | Life Cycle Cost                            |
| LCCM          | Life Cycle Cost Management                 |
| L/HIRF        | Lightning/High Intensity Radiation Field   |
| Lfz           | Luftfahrzeug                               |
| LogFü         | Logistische Führung                        |
| LogKdoBw      | Logistikkommando der Bundeswehr            |
| LogSysBw      | Logistisches System der Bundeswehr         |
| LogZBw        | Logistikzentrum der Bundeswehr             |
| LSA           | Logistic Support Analysis                  |
| LV            | Lösungsvorschlag                           |
| MatPrfTrp     | Materialprüftrupp                          |
| MatVwtg<br>ER | Materialverantwortung für die Einsatzreihe |
| MCCP          | Maintenance Concept Program and Plan       |
| MoC           | Means of Compliance                        |
| MoM           | Minutes of Meeting                         |
| MRS           | Maintenance Relevant Structure             |
| MS            | Microsoft, Materiel Support                |
| MSG-3         | Maintenance Steering Group 3               |
| MTA           | Maintenance Task Analysis                  |
| MuP           | Mess- und Prüfmittel                       |
| NATO          | North Atlantic Treaty Organization         |
| nov.          | novelliert                                 |
| NAVAIR        | U.S. Naval Air Systems Command             |
| NON-ARC       | No Analysis Relevant Candidate             |
| OEM           | Original Equipment Manufacturer            |
| OMP           | Operators' Maintenance Programme           |

| Abkürzung | Bedeutung   |
|-----------|---|
| OPM       | Optimierung der planbaren Materialerhaltung   |
| ORD       | Operational Requirement Document  |
| OrgBer    | Organisationsbereich(e)   |
| PA        | Projektauftrag  |
| PBL       | Performance Based Logistics   |
| PBS       | Product Breakdown Structure   |
| PDR       | Preliminary Design Review   |
| PE        | Projektelement  |
| PL        | Projektleiterin/Projektleiterinnen/Projektleiter (Singular oder Plural)   |
| Plg       | Planung   |
| PlgABw    | Planungsamt der Bundeswehr  |
| PLK       | Projektbezogenes Logistisches Konzept   |
| PMA       | Preventive Maintenance Analysis   |
| PMO       | Preventive Maintenance Optimization   |
| PMTR      | Preventive Maintenance Task Requirement(s),<br>Forderungen von anwendbaren und effektiven vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen |
| PPH       | Policy and Procedure Handbook   |
| Proj      | Projekt   |
| PZP       | Product Zonal Plan  |
| RAMTS     | Reliability, Availability, Maintainability, Testability, Safety   |
| RCM       | Reliability Centered Maintenance  |
| ReG       | Realisierungsgenehmigung  |
| RPZ       | Risikoprioritätszahl  |
| SASPF     | Standard-Anwendungs-Software-Produkt-Familien   |
| SD        | Significant Detail  |
| SE        | Strategie und Einsatz   |
| SSI       | Structure Significant Item  |
| SWPÄ      | Softwarepflege und -änderung  |
| SysPÄ     | Systempflege und -änderung  |
| TCI       | Time Change Item  |
| TLB       | Technisch-logistische Betreuung   |
| TDv       | Technische Dienstvorschrift   |
| TKZ       | Teilekennzeichen  |

| Abkürzung | Bedeutung                                     |
|-----------|---|
| TLB       | Technisch-Logistische Betreuung               |
| TLM       | Technisch-Logistisches Management             |
| TMP       | Technische Materialprüfung                    |
| TNA       | Training Needs Analysis                       |
| ULI       | Unterstützungsleistung Industrie              |
| VgA       | Verteidigungsausschuss                        |
| ZDv       | Zentrale Dienstvorschrift                     |
| ZV        | Zielvereinbarung zur Realisierung und Nutzung |

## 9. ANLAGEN

### 9.1. *Anwendung der ASD S4000P am Beispiel eines „Mountain Bike°Bw“*

#### 9.1.1. *Einführung in das Beispiel Systemanalyse für ein „Mountain Bike°Bw“ im Produkt-Lebenszyklus*

Am Beispiel eines „Mountain Bike Bw“ wird der Ablauf der Systemanalyse nach

##### **ASD S4000P Kapitel°2.2**

(siehe Abschnitt „Einführung in die internationale Spezifikation ASD S4000P in diesem Dokument) dargestellt.

Die Methodik der Systemanalyse ist nicht nur auf die Realisierungsphase des „Mountain Bike Bw“ – d.h. insbesondere auf die Entwicklung vor dem Eintritt in die Phase der Nutzung des Produktes - zu beschränken, sondern sie ist auch in der Phase der Nutzung eines Produkts relevant.

Das Analysebeispiel Mountain Bike Bw startet mit der entwicklungsbegleitenden Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. an einem ausgewählten System des Mountain Bike Bw (hier: Vorderrad Hydraulikbremse).

Die Ergebnisse der Analyse werden in weiterer Folge von den ASD/AIA Spezifikationen S3000L, S2000L, S1000D und von der Schulung/Ausbildung für das Produkt umgesetzt, damit die Nutzung des Produkts starten kann. Diese Folgeschritte gemäß der anderen ASD/AIA Spezifikationen sind nicht Gegenstand dieses Beispiels.

In weiterer Folge zeigt das hier dargestellte Beispiel, wie während der Nutzung des Mountain Bike Bw Erfahrungen gewonnen werden (hier: bedingt durch einen Unfall), die zu einer Weiterführung/Ergänzung der Ergebnisse aus der entwicklungsbegleitenden Analyse auf Basis der o.a. Spezifikation führen.

Aus dieser Weiterführung/Ergänzung ergibt sich dann die Notwendigkeit der Überarbeitung und Pflege der Daten und Informationen in den nachfolgenden ASD/AIA Spezifikationen S3000L, S2000L, S1000D sowie der Unterlagen zur Schulung/Ausbildung.

In Rahmen von notwendigen Informationsweitergaben sowie der Rückkopplung von Daten/Informationen ist gemäß ASD jeweils die ASD/AIA Spezifikation S5000F in die Prozesse eingebunden.

Bei der Bundeswehr gilt anstelle der ASD/AIA S5000F die

##### **Zentralrichtlinie A2-1024/0-0-1**

„Beanstandungen, Erfahrungsberichte, sowie Sperrungen/Nutzungseinschränkungen von Produkten und Nutzung“

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen eine schematische Übersicht zur Abfolge der Daten- und Informationsübertragung zwischen den einzelnen ASD/AIA Spezifikationen in der Produkt Realisierung und in der nachfolgenden Nutzung.

## REALISIERUNG (gem. CPM (nov.)):

## NUTZUNG (gem. CPM (nov.)):

Mountain Bike-Entwicklung:

Mountain Bike-Nutzung

### Entwicklungsbegleitende Analysen

**S4000P**

**System Analysis (Front Brake)**

- Determine Analysis Relevant Candidates (ARC)
- Definition of Functional Failure, - Effect and -Cause
- Functional Failure Categorization
- Failure Cause Assessment

→ PMTR 1 / PMTR 2 / PMTR 3\*

**S3000L**

**Logistic Support Analysis**

- Customer & Operational Requirements
- Product Breakdown (Front Brake)
- Candidate item Selection

→ PMTR 1 / PMTR 2 / PMTR 3\*  
**Included in Maintenance Task Requirements & Analysis**

**S2000M**

**Material Services**

- Physical Breakdown (Engineering Installation)
- Illustrated Parts Catalogue

**S1000D**

**S6000T Training**

- Task Selection & Analysis
- Determine Objectives / Media

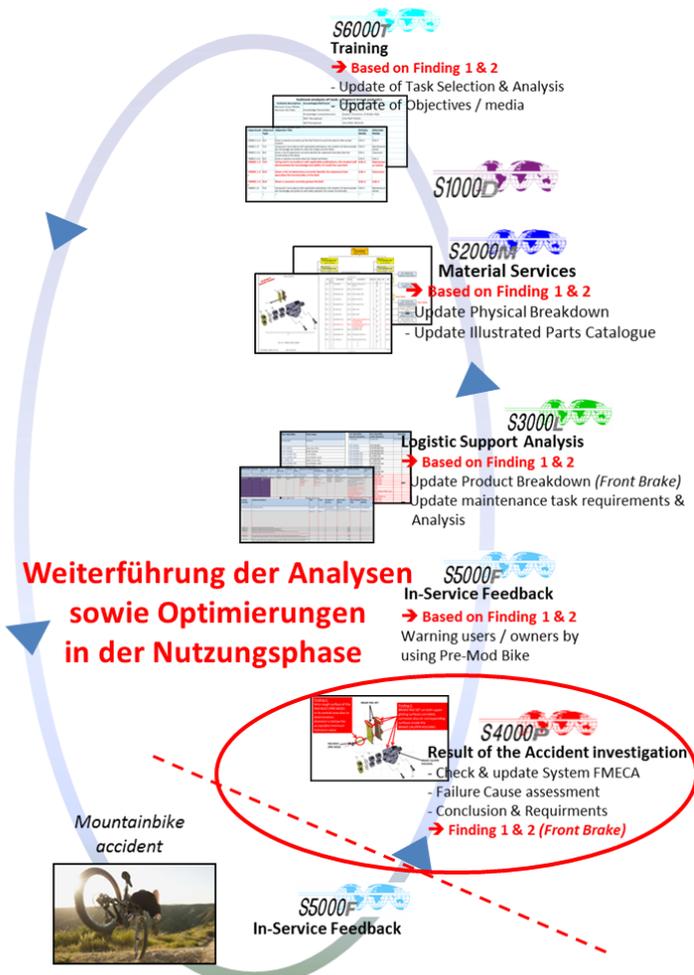
Anlage Abbildung 39: Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2.2. während der Mountain Bike Bw Realisierung

**REALISIERUNG**  
(gem. CPM (nov.):)

**NUTZUNG (gem. CPM (nov.):)**

Mountain Bike-Entwicklung:

Mountain Bike-Nutzung:



Anlage Abbildung 40: Aktualisierung der Analysen nach ASD S4000P Kapitel 2.2. während der Mountain Bike Bw Nutzung

Auf den nachfolgenden Seiten werden die im Rahmen der internationalen Spezifikation ASD S4000P erforderlichen Aktivitäten, die in der Übersicht in Abbildung 1 und 2 dargestellt sind, am Beispiel eines Mountain Bike Bw Produkts näher erläutert:

## **9.1.2. Kurzfassung eines Analysehandbuchs (Policy and Procedure Handbook (PPH)) für das Analysebeispiel „Mountain Bike Bw“**

### **ÄNDERUNGSVERZEICHNIS**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **INHALTSVERZEICHNIS**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **REFERENZEN**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABSCHNITT 1: EINLEITUNG**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABSCHNITT 2: PROJEKTORGANISATION UND ADMINISTRATION**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABSCHNITT 3: INFORMATIONEN ZUM PRODUKT UND ZUR PRODUKTNUTZUNG**

#### **ABSCHNITT 3.1.: Einleitung**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

#### **ABSCHNITT 3.2.: Konstruktive Auslegung**

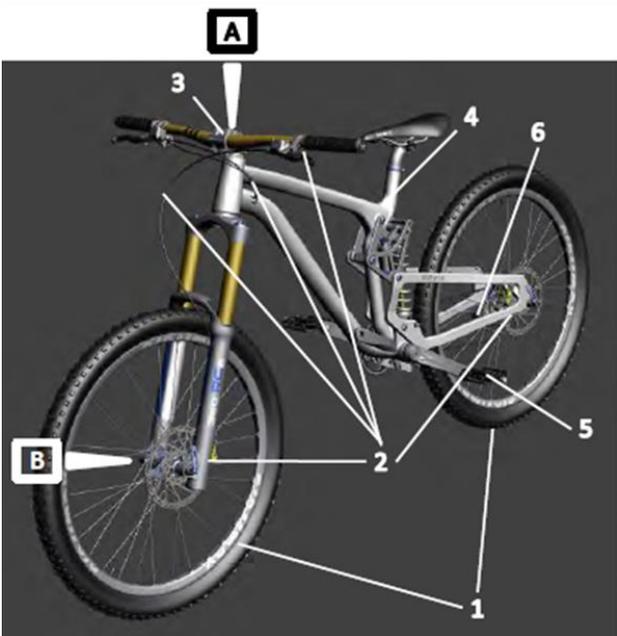
Die konstruktive Auslegung des Mountain Bike Bw ist in den nachfolgenden Abbildungen 41 bis 45 für den analyserelevanten Bauanteil des Produkts dargestellt.



*Anlage Abbildung 41: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ansicht von vorne links*



*Anlage Abbildung 42: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ansicht von hinten links*

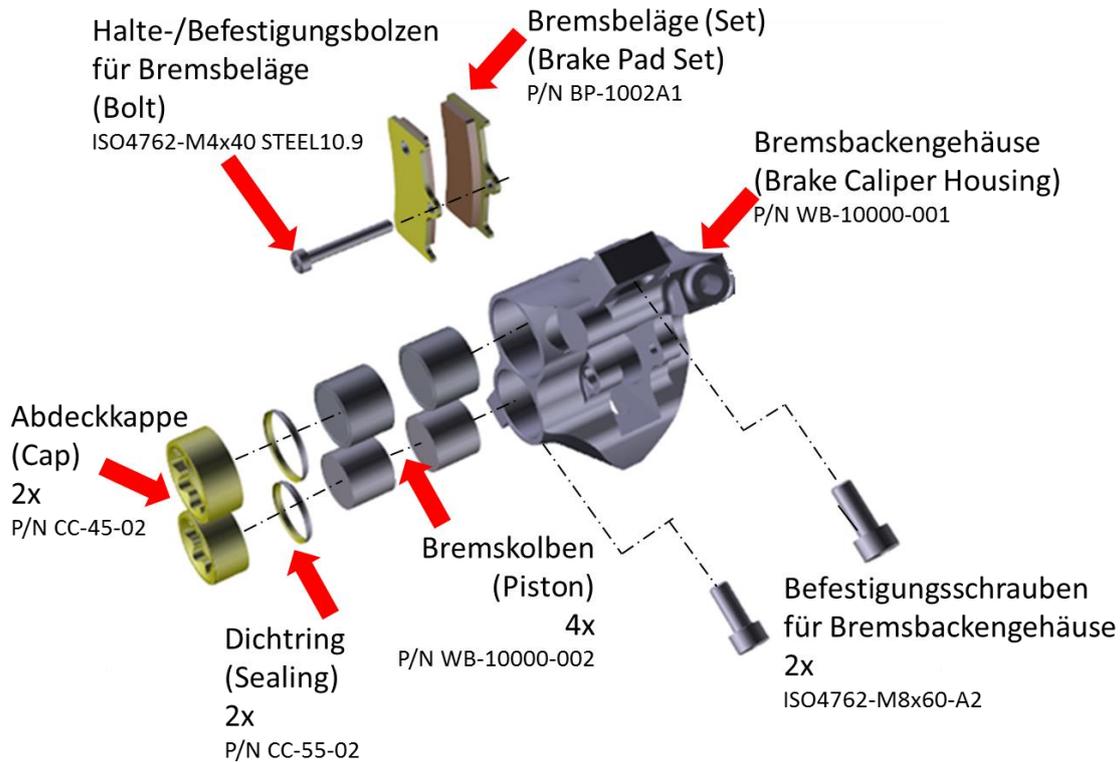


|     |   | PARTNUMBER | NCAGE | DESCRIPTION                  |
|-----|---|------------|-------|------------------------------|
| 000 | 1 | MTB-2000M  | B6865 | MOUNTAIN BIKE                |
| 001 | 2 | MTB-WHS800 | B6865 | WHEELS                       |
| 002 | 2 | MTB-BRS800 | B6865 | BRAKE SYSTEM (REF TO FIG 02) |
| 003 | 2 | MTB-STS800 | B6865 | STEERING SYSTEM              |
| 004 | 2 | MTB-FRS800 | B6895 | FRAME SYSTEM                 |
| 005 | 2 | MTB-DTS800 | B6865 | DRIVE TRAIN SYSTEM           |
| 006 |   | MTB-GES800 | B6865 | GEAR SYSTEM                  |

Anlage Abbildung 43: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Überblick der Hauptkomponenten



Anlage Abbildung 44: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Vorderrad Hydraulikbremse



Anlage Abbildung 45: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Bauzustand Vorderrad Hydraulikbremse

### ABSCHNITT 3.3.: Zielsetzung und Rahmenbedingungen

Für das in Abschnitt 3.2. dargestellte Mountain Bike Bw sind PMTR auf analytischer Basis gem. der internationalen Spezifikation ASD S4000P herzuleiten. Die Analyseverfahren gemäß ASD S4000P Kapitel 2.2 ist im Rahmen des vorliegenden Beispiels ausschließlich für die Vorderrad Hydraulikbremse des Mountain Bike Bw beispielhaft anzuwenden.

### ABSCHNITT 3.4.: Annahmen zu Nutzungsbedingungen

Bezüglich Nutzungsbedingungen gelten für das Mountain Bike Bw folgende Annahmen:

Das analyserelevante Mountain Bike Bw ist für den Einsatz im Hochgebirge konstruiert. Das Dämpfungssystem erlaubt Fahrten im weglosen, steinigem Gelände mit Neigungen über 100%. Der Einsatzzeitraum ist die schneefreie Zeit. Ein Wintereinsatz ist nicht vorgesehen.

Der Haupteinsatzzeitraum ist in mitteleuropäischen Ländern von Ende März bis Ende Oktober. Eine regelmäßige wöchentliche Nutzung ist wie folgt vorgesehen:

2 Einsätze mit einer Bewältigung von Höhenunterschieden von jeweils 500 Höhenmetern.

Die Auffahrten finden jeweils auf unbefestigten Forst-Straßen statt. Die Abfahrten finden teils auf Fußwegen oder im Gelände statt (Anteil: 50%).

Trockene Lagerung des Mountain Bike Bw in der nutzungsfreien Winterphase (November bis Februar).

### **ABSCHNITT 3.5.: Rahmen und Zielvorgaben zur planmäßigen Instandhaltung**

Für die Produkt Instandhaltung des Mountain Bike Bw gelten folgende Rahmenbedingungen und Vorgaben in der Produktnutzung:

Die bei Fahrrädern übliche Wartung, Inspektion und Instandsetzung (IHS 1-2) führt der Nutzer/Bediener selbst durch. Instandhaltungsarbeiten an der Bremsanlage und des Schaltmechanismus sind durch eine Fachwerkstatt (IHS 3-4, DepotInst) durchzuführen.

Ausgenommen davon sind

- Austausch von Bremsbelägen an der Hydraulikbremse,
- Reinigungsarbeiten an Bremse und Schaltmechanismus.

Angestrebte Nutzungsdauer: 15 Jahre

### **ABSCHNITT 4: VORAUSWAHL VON ANALYSEKANDIDATEN BZW. EINSCHRÄNKUNGEN**

Für das Analysebeispiel wurde vom gesamten Produktaufbruch des Mountain Bike Bw des Endgeräteherstellers: **ASD/AIA (B6865)**

(gem. Gesamtteileliste LSA Bike S3000L)

mit der Teilenummer **MTB-2000M**

nur die Vorderradbremse des Hydraulikbremssystems mit der

Teilenummer **MTB-BRS800-801**

und dem BEI **DA1-10**

ausgewählt. Aus diesem Grund ist in diesem Beispiel zu einem Analysehandbuch nicht der komplette Produktaufbruch des Mountain Bike Bw dargestellt. Da keine Zonenanalyse durchgeführt wird, ist der Zonenplan des Mountain Bike Bw ebenfalls nicht dargestellt.

## **ABSCHNITT 5: SYSTEMANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.2.**

### **ABSCHNITTE 5.1. bis 5.4:**

Die Systemanalyse erfolgt exakt nach den Vorgaben in ASD S4000P Kapitel 2.2. in den 4 Analyseschritten:

- ARC/non-ARC Determination (siehe Formblatt A1 in PPH Anhang A)
- ARC System FMEA (siehe Formblatt A2 in PPH Anhang A)
- FF Categorization (siehe Formblatt A3 in PPH Anhang A)
- FC Assessment (siehe Formblatt A4 in PPH Anhang A)

Da keine unterstützende Analysesoftware zur Verfügung steht sind die im PPH Anhang A beigefügten Formblätter zu verwenden. Nach Befüllung sind diese zur Nachweisführung auszudrucken und vom Analysten zu unterschreiben. Auf eine detaillierte Beschreibung der Einzelfragen in der Analyselogik wird in diesem PPH verzichtet, da die Erklärung dieser Fragen gemäß ASD S4000P Issue 1.0 unverändert gilt.

### **ABSCHNITT 5.5: Bauzustandsmanagement für analyserelevante Systeme**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABSCHNITT 5.6: Berücksichtigung ergänzender/zusätzlicher Analysemethoden und/oder Analyseabweichungen**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABSCHNITT 5.7: Prozess zur laufenden Überprüfung und zum Abgleich der Analyseergebnisse (incl. PMTR Konsolidierung und Harmonisierung)**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### **ABSCHNITT 5.8: MWG Meetings und Schnittstellen mit der Produktzulassung**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel







**Formblatt A4:**

| System Analyse                       |   |                |                                |  |                             |
|--------------------------------------|---|----------------|--------------------------------|--|-----------------------------|
| FC ASSESSMENT                        |   |                |                                |  |                             |
| ARC LCN / PRODUCT BREAKDOWN ELEMENT: |   | ARC P/N:       | ARC DESCRIPTION:               | DATE:  | ANALYST NAME / COMPANY NAME |
| DA1-10                               |   | MTB-BRS800-801 | Vorderradbremse                |  |                             |
| FF REF                               | FUNCTIONAL FAILURE (FF)   | FFC REF        | FUNCTIONAL FAILURE CAUSE (FFC) | ANSWERS ON QUESTIONS: IF "YES" GIVE DETAILS OF TASK; IF "NO" JUSTIFY USING APPLICABILITY AND EFFECTIVENESS |                             |
|                                      |   |                |                                | QUESTION   | ANSWER                      |
|                                      |   |                |                                |  | JUSTIFICATION               |
|                                      | <pre>                     graph TD                         A{Is probability of occurrence of identified Failure Cause (FC) below a numerical threshold value (to be defined)?} -- YES --&gt; B{Is the condition and/or degradation trend of an identified Failure Cause (FC) under analysis fully detectable by Product-BIT and/or evaluated via health monitoring equipment?}                         A -- NO --&gt; B                         B -- YES --&gt; C{Is a SERVICING task applicable and effective?}                         B -- NO --&gt; D{Is an OPERATIONAL CHECK / SIMPLE INSPECTION applicable and effective?}                         C -- YES --&gt; C_SELECT[Select SERVICING task]                         C -- NO --&gt; D                         D -- YES --&gt; D_SELECT[Select OPERATIONAL CHECK / SIMPLE INSPECTION]                         D -- NO --&gt; E{Is an INSPECTION or FUNCTIONAL TEST applicable and effective?}                         E -- YES --&gt; E_SELECT[Select INSPECTION / FUNCTIONAL TEST]                         E -- NO --&gt; F{Is a RESTORATION / OVERHAUL task applicable and effective?}                         F -- YES --&gt; F_SELECT[Select RESTORATION / OVERHAUL task]                         F -- NO --&gt; G{Is a TCI task applicable and effective?}                         G -- YES --&gt; G_SELECT[Select TCI task]                         G -- NO --&gt; H{Is a single maintenance task or a combination of those tasks applicable and effective?}                         H -- YES --&gt; H_SELECT[Select maintenance task / task combination most effective and applicable in accordance with TABLE 2]                         H -- NO --&gt; I[Assessment of REDESIGN in accordance with TABLE 3]                         I --&gt; END[END of FC Assessment Analysis]  B --&gt; J[Perform on-condition maintenance for FC]                         B --&gt; K[Evaluate scheduled functional test of Product BIT system for FC with critical FFEC]                         J --&gt; END                         K --&gt; END  END --&gt; L[No PMTR with interval for FC under analysis]                     </pre> |                |                                | A  |                             |
|                                      |   |                |                                | B  |                             |
|                                      |   |                |                                | C  |                             |
|                                      |   |                |                                | D  |                             |
|                                      |   |                |                                | E  |                             |
|                                      |   |                |                                | F  |                             |
|                                      |   |                |                                | G  |                             |
|                                      |   |                |                                | H  |                             |
|                                      |   |                |                                | SELECTED FFEC FROM FF CATEGORIZATION   |                             |
| PMTR NO                              | SELECTED PMTR   | INTERVAL       | INTERVAL TYPE                  | REMARK ON TASK SELECTION   | REMARK RELATED TO REDESIGN  |
|                                      |   |                |                                |  |                             |
|                                      |   |                |                                |  |                             |
|                                      |   |                |                                |  |                             |
|                                      |   |                |                                |  |                             |

**Anmerkung:**

Die Formblätter A5 bis A11 werden im vorliegenden Analysebeispiel Mountain Bike Bw nicht benötigt

## **PPH ANHANG B: ABKÜRZUNGEN, DEFINITIONEN**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

## **PPH ANHANG C: PROJEKTPLAN UND MEILENSTEINE**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

## **PPH ANHANG D: PROJEKTORGANISATION; ZUSTÄNDIGKEITEN**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

## **PPH ANHANG E: ERGEBNISPROTOKOLLE, WEITERE FORMBLÄTTER**

Entfällt im vorliegenden Analyse-Beispiel

### 9.1.3. Durchführung der entwicklungsbegleitenden Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2. am Beispiel Mountain Bike Bw

#### 9.1.3.1. Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 1

Sofern zusätzliche Analyseergebnisse z.B. von Sicherheitsanalysen, Zuverlässigkeitsanalysen, Testbarkeitsanalysen etc. vorliegen, sind diese bei der ASD S4000P Systemanalyse zu berücksichtigen. Mit Schritt 1 der Systemanalyse werden die analyserelevanten Kandidaten (Analysis Relevant Candidates = ARC) eines Produktsystems bestimmt. Je nach Vorgaben im PPH sind folgende vier Fragen (Determination Questions) für die ausgewählten Systeme bzw. Systemanteile zu beantworten:

- Frage 1:** Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems die Produktsicherheit beeinträchtigen, wobei auch sicherheitsrelevante Systeme/Notsysteme und/oder Notausstattung(en) in der Fragestellung einzubeziehen sind?
- Frage 2:** Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems zu einem Konflikt mit einem oder mehreren Gesetzen führen und/oder kann der Funktionsfehler die Umwelt signifikant belasten/schädigen (ökologischer Schaden)?
- Frage 3:** Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems zur Einschränkung bei der Missionsverfügbarkeit bzw. der operationellen Verfügbarkeit des Produkts führen?
- Frage 4:** Kann ein Funktionsfehler des betrachteten Systems/Subsystems/Sub-subsystems einen erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Produkts verursachen?

Alle Systeme bzw. Systemanteile, die gemäß Vorgaben im PPH als Antwort mindestens ein „Ja“ aufweisen, sind als ARC zu kennzeichnen. Die nächsten Schritte 2 bis 4 der Systemanalyse sind durchzuführen. Wenn alle relevanten Fragen mit „Nein“ beantwortet werden, ist das Produktsystem ein „non-ARC“ und die Systemanalyse endet mit diesem Schritt 1. Nachfolgend werden die vier Fragen auf das Analysebeispiel Hydraulikbremse des Vorderrades des Mountain Bike Bw angewendet. Weil etwaige Funktionsfehler sicherheitsrelevante („worst case“) sowie auch verfügbarkeitsrelevante Auswirkungen haben können, handelt es sich im Analysebeispiel um einen analyserelevanten Kandidaten (ARC):

| Product System Analysis<br>ARC / non-ARC determination |   |  |                |  |   |   |   |            |   |
|--|---|--|----------------|--|---|---|---|------------|---|
|  |   |  |                | DETERMINATION<br>QUESTIONS   |   |   |   |            |   |
| S4000P<br>CODE   | Design<br>Identifi-<br>cation<br>Drawing-<br>No<br>Part-No<br>etc | S1000D<br>SNS<br>DMC<br><br>S3000L<br>LCN /<br>PBI /<br>etc<br>... | ITEM NAME      | Could a<br>Functional<br>Failure (FF)<br>affect Product<br>safety, including<br>safety/<br>emergency<br>systems and/or<br>emergency<br>equipment ? | Could a FF<br>conflict with<br>law and/or<br>could the FF<br>have a<br>significant<br>impact on<br>environmental<br>integrity<br>(ecological<br>damage) ? | Could a FF<br>have an<br>impact on<br>mission/<br>operational<br>capability ? | Could a FF of<br>the selected<br>item have<br>significant<br>economic<br>impact ? | ARC ?      | REMARKS   |
| F4   | MTB-<br>BRS800-<br>801  | DA1-<br>10   | Front<br>Brake | <b>YES</b>   | <b>NO</b>   | <b>YES</b>  | <b>NO</b>   | <b>YES</b> | Worst case:<br>FF has<br>safety<br>impact<br>during the<br>downhill<br>period |

Anlage Abbildung 46: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 1

### **9.1.3.2. Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 2**

Die Systemanalyse erfolgt nach dem Analyseprinzip der System-FMEA.

Für jeden mit Analyse-Schritt 1 ausgewählten ARC ist eine System -FMEA zu erstellen (FMEA = Failure Mode and Effects Analysis).

Hier werden alle ARC-Funktionen wie folgt analysiert:

- Ermittlung aller bekannten und/oder erwarteten Funktionsfehler (FF) pro ARC-Funktion (F)
- Zuordnung der schlimmst-möglichen Fehlerauswirkung (FFE) zu jedem ermitteltem Funktionsfehler (FF)
- Auflistung aller bekannten und/oder denkbaren Ursachen (FC) für jeden Funktionsfehler (FF).

Im vorliegenden Beispiel wurden neben anderen, nicht aufgelisteten Funktionsfehlern die beiden Funktionsfehler

- Kompletter Ausfall der Bremswirkung (FF41-1) und
- Eingeschränkte Bremswirkung (FF41-2) ermittelt.

In beiden Fällen kommt es im schlimmsten Fall zu sicherheitsrelevanten Auswirkungen für den betroffenen Mountain Bike Bw-Benutzer (FFE41-1-1 und FFE41-2-1).

Für den Funktionsfehler FF41-1 werden im Beispiel zwei mögliche Ursachen gelistet, die den Funktionsfehler hervorrufen können:

- Eine Ölleckage am Ölvorratsbehälter am Bremshebel an der Lenkstange (FC41-1-1-1) und
- Bremsleitung der Vorderradbremse beschädigt (FF41-1-1-2).

Für den Funktionsfehler FF41-2 ist eine mögliche Ursache gelistet, die den Funktionsfehler hervorrufen kann:

- Übermäßiger Verschleiß der Vorderrad-Bremsbeläge (FC41-2-1-1).



### 9.1.3.3. Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 3

Basierend auf dem Schritt 2 der Systemanalyse wird nachfolgend mit Schritt 3 eine Einstufung der Kritikalität jeder Fehlerauswirkung (FFE), die mit der System FMEA ermittelt wurde, nach einer einheitlichen, durch die ASD S4000P vorgegebenen Logik vorgenommen. In der ASD S4000P wird dieser Schritt<sup>3</sup> als „FF Categorization“ bezeichnet.

Die Einstufung der Kritikalität der Fehlerauswirkungen beider Funktionsfehler (FF)

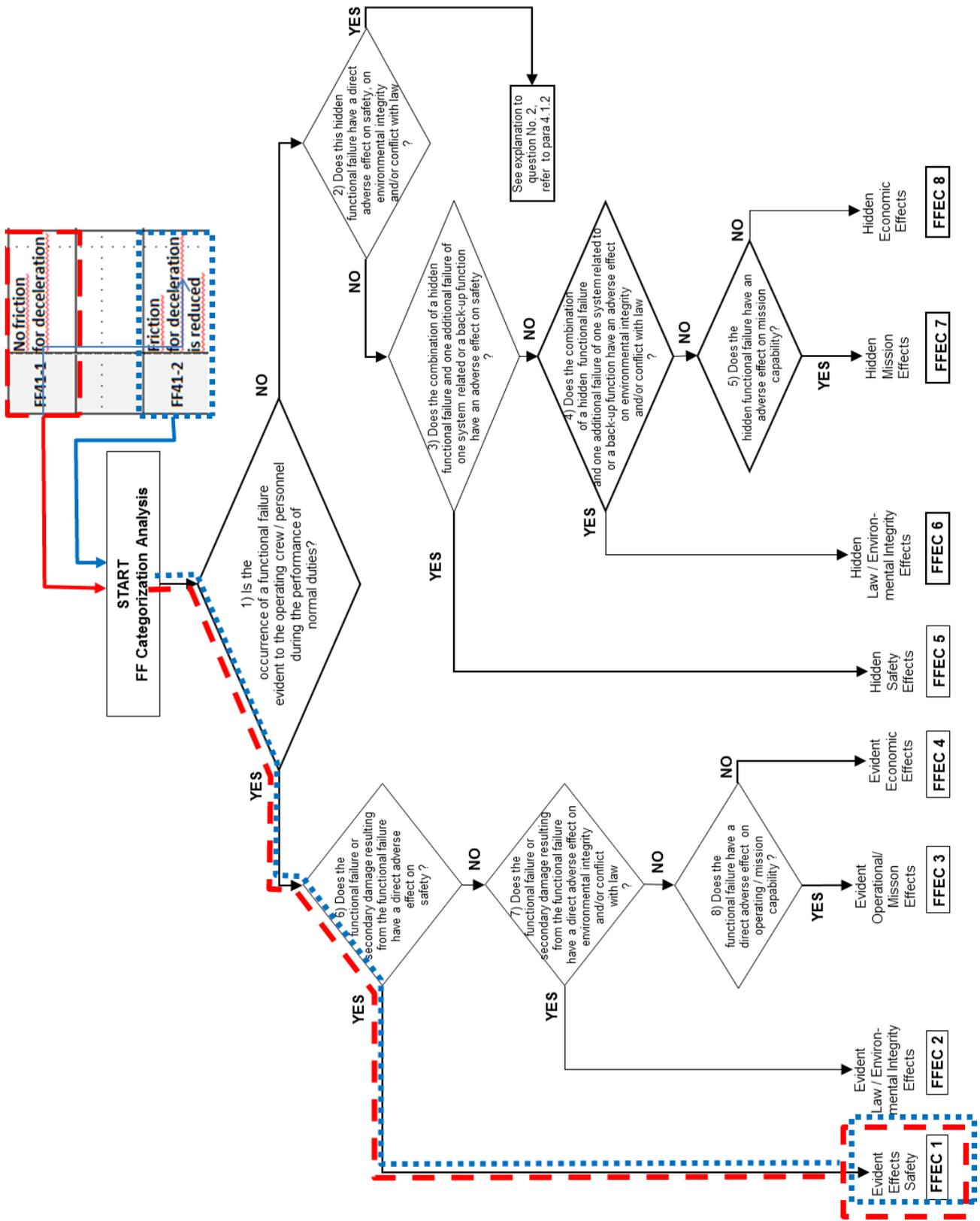
- Kompletter Ausfall der Bremswirkung (FF41-1) und
- Eingeschränkte Bremswirkung (FF41-2)

kommt in beiden Fällen zum Ergebnis: FFEC 1.

Dies bedeutet, dass beide Funktionsfehler unter Annahme ungünstiger Umstände zu sicherheitsrelevanten Folgen für den Mountain Bike Bw-Fahrer führen.

Die Einstufung der Kritikalität der Fehlerauswirkung (FFE) in Schritt 3 wird im abschließenden Schritt 4 der Systemanalyse in **Frage H** benötigt, wenn es um Entscheidungen und Festlegungen zu den Themen geht:

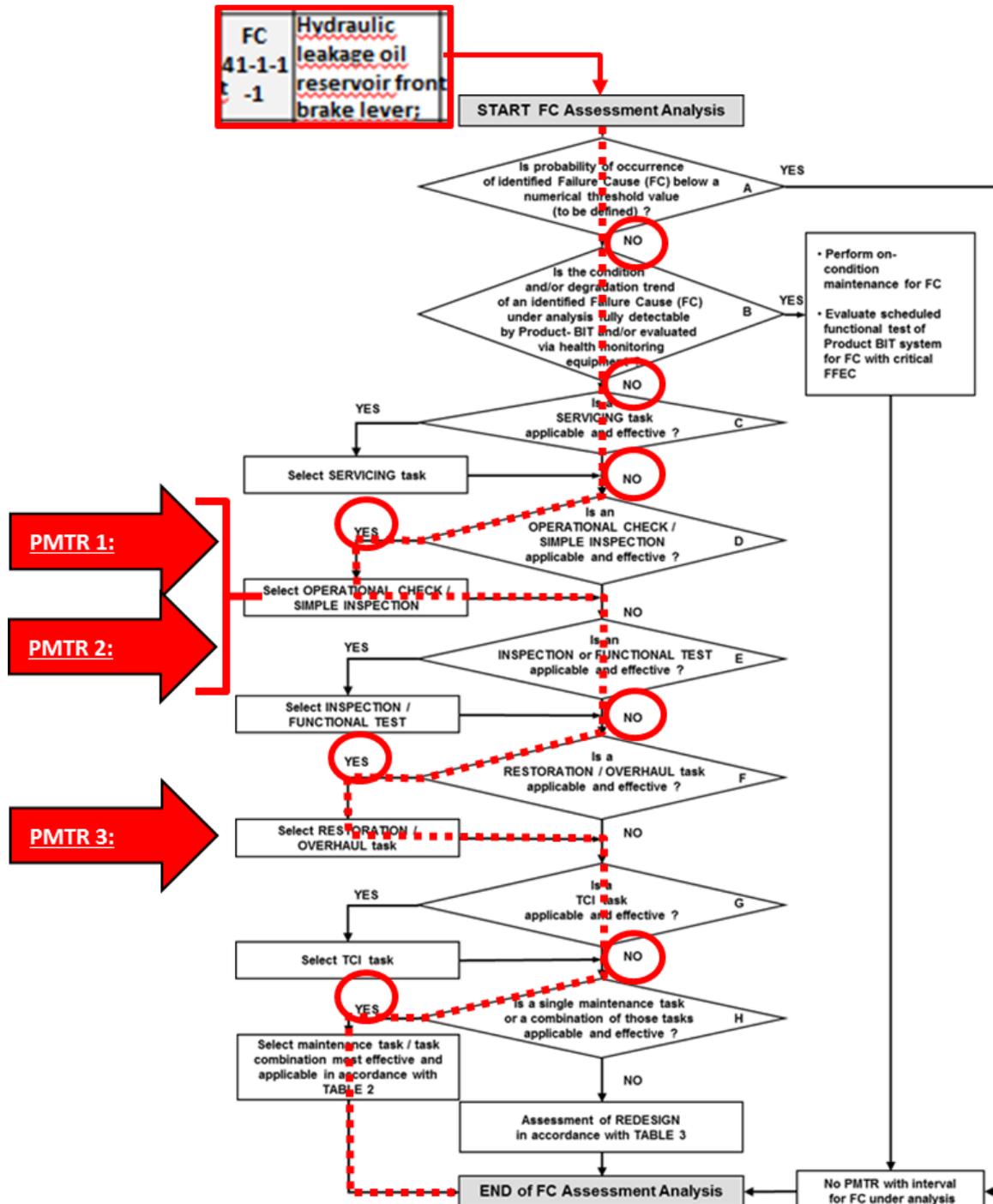
- Welche der ermittelten PMTR werden ausgewählt?
- Wie „hart“ ist die Forderung nach Konstruktionsänderung („redesign“) auf Basis der Systemanalyse?



Anlage Abbildung 48: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 3

### 9.1.3.4. Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 4

Mit dem „FC Assessment“ wird jede mit der System-FMEA ermittelte Ursache für einen Funktionsfehler (FC) mit der nachfolgend dargestellten Analyselogik, die durch die ASD S4000P vorgegeben ist, analysiert. In vorliegendem Analysebeispiel „Mountain Bike Bw“ wird die Ursache „Ölleckage am Ölvorratsbehälter am Bremshebel an der Lenkstange“ (FC41-1-1-1) für den Funktionsfehler „Kompletter Ausfall der Bremswirkung“ (FF41-1) mithilfe der „FC Assessment“ Logik analysiert:



Anlage Abbildung 49: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Systemanalyse Schritt 4 (5 von 5)

**Folgende PMTR werden vom zuständigen Analysten auf Basis der o.a. Logik ermittelt:**

**PMTR 1:** Aktivierung des Vorderrad-Bremshebels vor jeder Mountain Bike Bw Tour (Operationeller Test)

**PMTR 2:** Sichtprüfung des Ölbehälters auf Undichtigkeit/Leckage vor jeder Mountain Bike Bw Tour

**PMTR 3:** Überholung Bremssystem (incl. Ölwechsel, Dichtungswechsel, Funktionsprüfungen etc.) nach 5 Jahren.

Aufgrund der Einstufung der Kritikalität des Funktionsfehlers (FF) mit **FFEC 1**, werden mit **Frage H** alle **PMTR** für die **spätere Durchführung** ausgewählt.

#### **9.1.4. Beispiel zum Datentransfer mittels MTL nach der ASD S4000P Kapitel 2.2. Analyse**

Als Ergebnis der **Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2.** wird zu **PMTR 1 bis PMTR 3** eine Tabelle erstellt (Master Task List (MTL)), die alle notwendigen Daten enthält, die an die LSA-Datenbank nach **ASD/AIA S3000L** zu übertragen sind.

Nachfolgende Abbildung zeigt diejenigen Datenfelder und deren Inhalte, die für die Datenübergabe von ASD S4000P an ASD/AIA S3000L zur Weiterführung der Analysen gemäß ASD/AIA S3000L mindestens benötigt werden.

Erweiterungen dieser Datenfelder können erforderlich werden, wenn beispielsweise

- ein Schwellenwert für ein Durchführungsintervall zusätzlich festgelegt wird (wie z.B. bei ausgewählten Strukturinspektionen),
- zwei oder mehr Intervalltypen gleichzeitig für einen PMTR festgelegt werden (z.B. ein kalendrisches Intervall und ein nutzungsorientiertes Intervall parallel zueinander, je nachdem welches die Durchführung des PMTR zuerst auslöst),
- tieferegehende Informationen seitens S3000L zum Hintergrund der Fehlerursache (FC) für den Funktionsfehler (FF) benötigt werden (Stichwort „Damage Cause(s)“).

| Break-down Element Identifier (BEI) | BE Revision | BE Name      | Teilekennzeichen (Part Identifier) | Teilebezeichnung (Part name) | LSA Kandidaten-Kenner | Kenner Task-Requirement | Task Req. Revision | PMTR Kritikalität | Art des Task Requirements | Beschreibung des Task Requirements   | Intervall-Größe | Intervall-Einheit  | Task Requirement Status |
|-------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--|-----------------|--------------------|-------------------------|
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR1                   | 1.0                | FFEC1             | PMTR                      | Aktivierung des Vorderrad-Bremshebels (Operationeller Test)                          | 1               | VOR INBETRIEBNAHME | geprüft und freigegeben |
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR2                   | 1.0                | FFEC1             | PMTR                      | Sichtprüfung des Ölbehälters auf Undichtigkeit/Leckage                               | 1               | VOR INBETRIEBNAHME | geprüft und freigegeben |
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR3                   | 1.0                | FFEC1             | PMTR                      | Überholung Bremsssystem (incl. Ölwechsel, Dichtungswechsel, Funktionsprüfungen etc.) | 5               | Jahr(e)            | geprüft und freigegeben |

Anlage Abbildung 50: MTL Datentransfer von ASD S4000P zu ASD/AIA S3000L nach der Kapitel 2.2.-Analyse

## **9.2. Beispiel zur Weiterführung / Ergänzung der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 in der Nutzungsphase**

### **9.2.1. Erläuterung der Rahmenbedingungen zum Ereignis Unfall mit „Mountain Bike Bw“**

Die Bundeswehr kauft das Mountain Bike Bw im Neuzustand und nutzt das Mountain Bike Bw bereits 7 Jahre nach dem Kaufdatum.

Die Gebirgsjägerinheit XY in der Kaserne Bad Reichenhall ist der alleinige Nutzer dieses Mountain Bike Bw.

Nach intensiver Nutzung in den ersten 5 Jahren wurde es über 2 Jahre im feuchten Keller eines Unterkunft Gebäudes der Einheit abgestellt und in dieser Zeit nicht mehr genutzt.

In den ersten 5 Nutzungsjahren wurden die Bremsbeläge nicht gewechselt und sind daher in der Belag-Stärke bereits stark abgenutzt.

Eine Instandsetzung in der Fachwerkstatt hat seit dem Kauf nicht stattgefunden.

Ein Soldat der Gebirgsjägerinheit leistet am Wochenende Wachdienst.

Am darauffolgenden dienstfreien Tag entscheidet er sich, das länger ungenutzte Mountain Bike Bw für eine Mountain Bike Bw Tour in unmittelbarer Nähe der Kaserne zu nutzen.

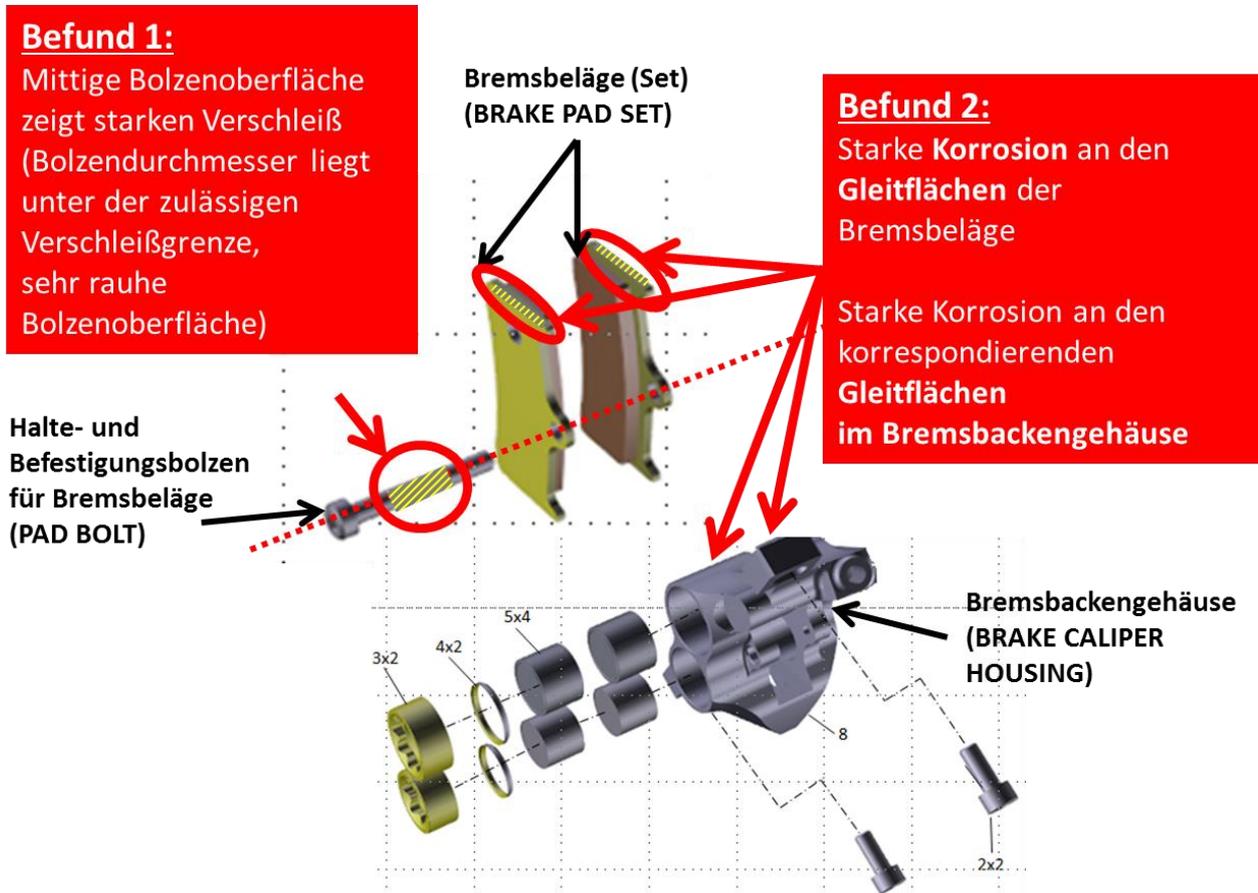
Nach einer Auffahrt über ca. 500 Höhenmeter auf einem Forstweg zu einer Alm erfolgt nach einer Rastpause die Abfahrt auf einem schwierigeren und steileren Fußweg bergab. An einer steilen Passage muss der Soldat die Bremsen seines Mountain Bike Bw maximal betätigen um nicht zu schnell zu werden und dadurch ggf. die Fahrkontrolle zu verlieren. Bei dieser Bremsaktion tritt folgende Fehlfunktion an der Vorderradbremse seines Mountain Bike Bw ein:

Nach maximaler Bremsbetätigung blockiert die Vorderradbremse permanent, verbleibt also in der vollen Bremsfunktion und löst sich –obwohl der Soldat keine Krafteinleitung am Bremsgriff vornimmt- nicht mehr.

Der Soldat stürzt deshalb vorwärts über den Lenker seines Mountain Bike Bw und verletzt sich an Handgelenken, Armen und Schultern mit Schürfwunden und Prellungen. Der Schutzhelm verhindert schwere Kopfverletzungen. Ein Krankenabtransport ist nicht erforderlich. Der Soldat bringt sein fahrtüchtiges Mountain Bike Bw noch selbst in das Tal und wird von einem Kameraden mit dessen PKW nach Hause gebracht. Das schadhafte Mountain Bike Bw wird einer Fachwerkstatt zwecks Untersuchung, Kontaktaufnahme mit dem Hersteller und einer späteren Reparaturlösung übergeben.

Die Fachwerkstatt erstellt eine erste Mitteilung über den Unfall mit Kundenwarnung nach **ASD/AIA S5000P** noch bevor das technische Untersuchungsergebnis vorliegt. In diesem Zusammenhang wird zunächst auf eingehende Sichtprüfung und Funktionsprüfungen der Vorderradbremse verwiesen. Die extreme Betätigung sollte bis zum Vorliegen der Untersuchungsergebnisse ebenfalls vermieden werden.

### 9.2.2. Untersuchung des verunfallten Mountain Bike Bw in der Fachwerkstatt



Anlage Abbildung 51: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Befundergebnisse der Unfalluntersuchung

### 9.2.3. Untersuchungsergebnis der Fachwerkstatt

Befund 1 zeigt eine Mischung aus Korrosionsschaden und kräftebedingtem Verschleiß an der Bolzenoberfläche. Die erhöhte Reibung verhinderte die erforderliche Gleitbewegung der Bremsbeläge nach Lösen einer vorher aufgebrauchten Bremskraft.

Befund 2 führte zusätzlich zu Befund 1 zu erhöhter Reibung zwischen den Gleitflächen der Bremsbeläge und den korrespondierenden Gleitflächen im Bremsbackengehäuse.

In Kombination mit festgestellten Schmutzrückständen, konnten die Bremsbeläge nach voller Aktivierung und nachträglichem Lösen der Bremskraft nicht mehr ordnungsgemäß zurückgleiten.

Die Vorderradbremse löste sich nach intensiver Aktivierung nicht mehr.

### **9.2.4. Weiterführung/Überarbeitung/Ergänzung der ASD S4000P Systemanalyse durch den Hersteller**

Infolge der Zusammenarbeit zwischen Fachwerkstatt und Hersteller führt das Ergebnis der technischen Unfalluntersuchung am schadhafte Mountain Bike Bw zu einer Überarbeitung der Analysegrundlagen nach **ASD S4000P Kapitel 2.2.**

Eine Ergänzung der bisher berücksichtigten und noch nicht vollständigen Funktionsfehler und Fehlerursachen ist in der Systemanalyse erforderlich.

Aufgrund dieser Ergänzung führt die erneute Analysetätigkeit nach ASD S4000P zu Erkenntnissen und Ergebnissen.

Die betroffenen Kunden (in diesem Fall einschließlich der Kunde Bundeswehr) werden über erforderliche vorbeugende technische Änderungen an ihren Mountain Bike Bw informiert und gleichzeitig aufgefordert, entsprechende Fachwerkstätten aufzusuchen (Aktion gemäß ASD S5000F).

#### **9.2.4.1. Prüfung der Ergebnisse der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 2**

Im Rahmen dieses Beispiels wird angenommen, dass der im Rahmen des Unfalls festgestellte Funktionsfehler

- Vorderradbremse löst nicht mehr nach Bremsaktivierung (FFXY-1: „Front brake does not release after brake activation“)

vorher noch nicht in der System FMEA der Vorderrad Hydraulikbremse enthalten war.

Dementsprechend wurden auch die Ursachen für diesen Funktionsfehler (FC), die sich ebenfalls aus dem Befund 1 und 2 der Unfalluntersuchung ergeben, noch nicht in der System FMEA des Mountain Bike Bw-Herstellers dokumentiert:

Wie bei den bisher analysierten Ursachen für Funktionsfehler FF41-1 und FF42-2 kommt es für den zusätzlichen FFXY-1 im schlimmsten Fall ebenfalls zur sicherheitsrelevanten Fehlerauswirkung (FFEXY-1-1) für den betroffenen Mountain Bike Bw-Benutzer.

Für den Funktionsfehler FFXY-1 wurden vom Experten drei mögliche Ursachen ermittelt, die den Funktionsfehler hervorrufen können:

- Korrosion und Verschleiß am Halte- und Befestigungsbolzen für Bremsbeläge (FCXY-1-1-1)
- Gleitflächen an den Bremsbelägen korrodiert (FFXY-1-1-2).
- Gleitflächen für Bremsbeläge im Bremsbackengehäuse korrodiert (FFXY-1-1-3).

Diese Ergebnisse werden nachträglich in die System-FMEA aufgenommen (siehe grüne Felder).

| ASD S4000P<br>SYSTEM ANALYSIS<br>AIA/ASD Mountain Bike |   |                | ARC Logistic Control Number (LCN) or a similar Product identification number                      |                 | BEI: DA1-10<br>P/N: MTB-BRS800-801   |                |   |  |   |
|--|---|----------------|---|-----------------|--|----------------|---|--|---|
| ARC FUNCTION AND FAILURE DATA SHEET / TABLE            |   |                | ARC nomenclature  |                 | Front Brake  |                |   |  |   |
| Date   |   | Analyst        |   |                 |  |                |   |  |   |
| REF. no.<br>F  | FUNCTION (F)<br><br>Function(s) of the ARC under analysis | REF. no.<br>FF | FUNCTIONAL FAILURE (FF)<br><br>One or more Functional Failure(s) identified for each ARC function | REF. no.<br>FFE | FUNCTIONAL FAILURE EFFECT (FFE)<br><br>Description of the potential "worst-case" end effect of each single FF on Product level | REF. No.<br>FC | Functional Failure Cause (FC)<br><br>One or more Failure Cause(s) allocated to each FF with FFE | Probability ranking of single FC<br><br>Estimation of a probability of each FC occurrence in relation to the other identified per FF | Remarks update information etc.           |
| ...  | ...   | ...            | ...   | ...             | ...  | ...            | ...   | ...  | ...                                       |
| F-XY   | Front brake to produce friction for deceleration          | FF-XY-1        | Front brake does not release after brake activation   | FFE XY-1-1      | Potential crash after braking event; safety impact   | FC XY-1-1-1    | Pad Bolt corroded and deteriorated  | 50%  | Added; material: ISO4762-M4X40-STEEL 10.9 |
|  |   |                |   |                 |  | FC XY-1-1-2    | Brake Pad Set gliding surfaces corroded   | 25%  | Added; material: BP-1002A1                |
|  |   |                |   |                 |  | FC XY-1-1-3    | Brake Caliper Housing gliding surfaces corroded   | 25%  | Added; material: WB-10000-001             |

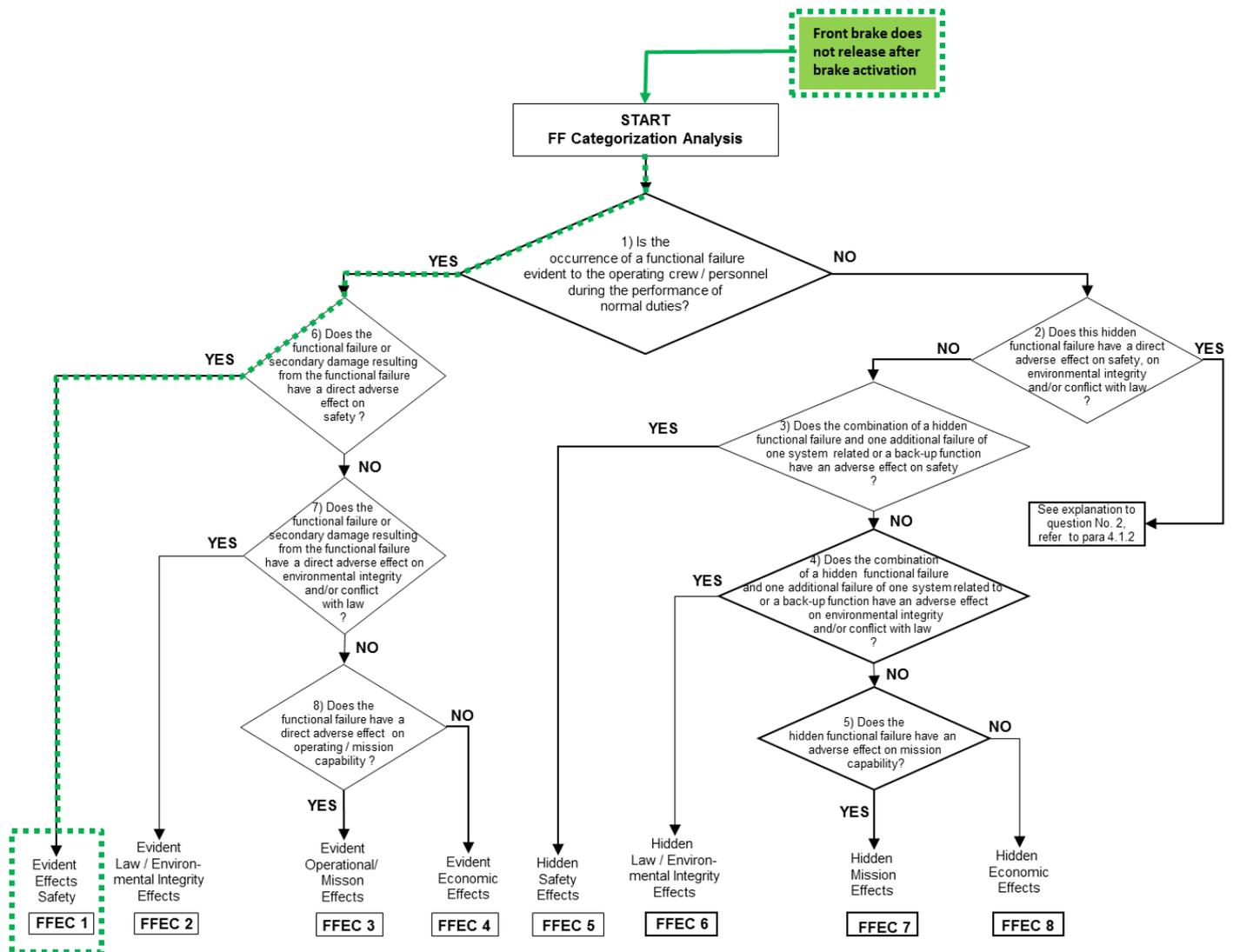
Anlage Abbildung 52: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung der System-FMEA nach der Unfalluntersuchung

### 9.2.4.2. Prüfung der Ergebnisse der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 3

Nach Ergänzung der System-FMEA wird mit diesem Schritt 3 die Einstufung der Kritikalität der Fehlerauswirkung (FFE) des neuen Funktionsfehlers (FF)

- Vorderradbremse löst nicht mehr nach Bremsaktivierung (FFXY-1) vom Hersteller durchgeführt.

Das erneute Ergebnis FFEC 1 bedeutet, dass auch dieser Funktionsfehler unter Annahme ungünstiger Umstände zu einer sicherheitsrelevanten Folge für den Mountain Bike Bw-Fahrer führt:



Anlage Abbildung 53: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 3 nach der Unfalluntersuchung

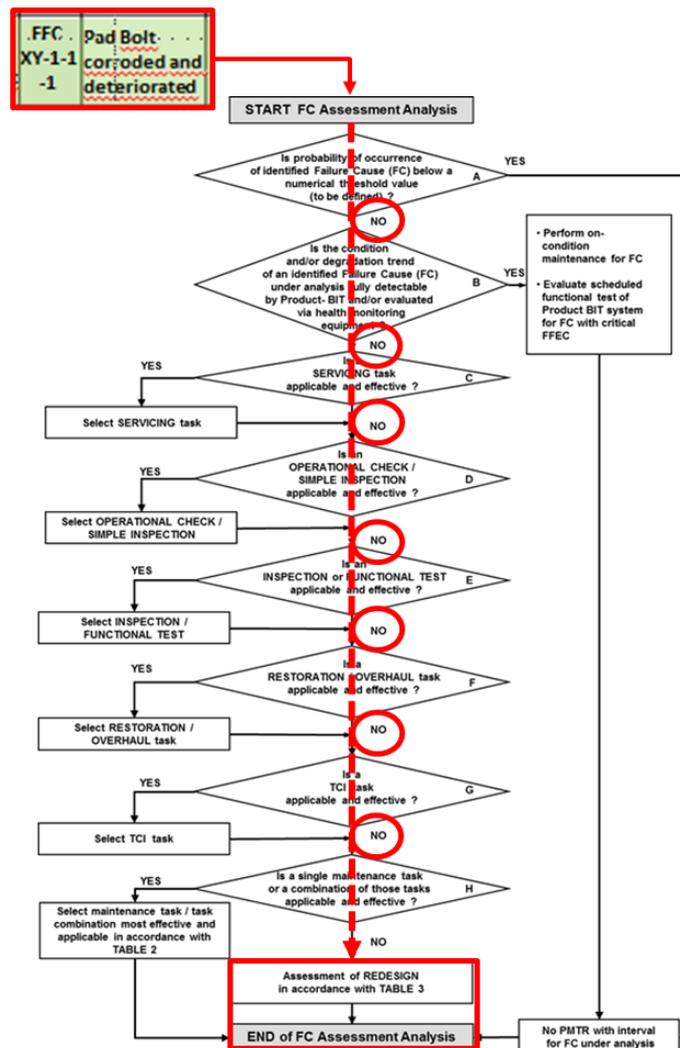
### 9.2.4.3. Ergänzung der Systemanalyse nach ASD S4000P Kapitel 2.2 – Schritt 4

In vorliegendem Analysebeispiel „Mountain Bike Bw“ werden nach den Erkenntnissen aus der Unfalluntersuchung die drei zusätzlich ermittelten Ursachen für den Funktionsfehler ebenfalls mithilfe der „FC Assessment“ Logik beim Hersteller analysiert:

- Korrosion und Verschleiß am Halte- und Befestigungsbolzen für Bremsbeläge (FCXY-1-1-1)
- Gleitflächen an den Bremsbelägen korrodiert (FFXY-1-1-2).
- Gleitflächen für Bremsbeläge im Bremsbackengehäuse korrodiert (FFXY-1-1-3).

Um die Ursache „Korrosion und Verschleiß am Halte- und Befestigungsbolzen für Bremsbeläge“ (FCXY-1-1-1) zu verzögern bzw. zu verhindern, wären einzelne PMTR zwar technisch anwendbar, sind aber im Rahmen der Durchführung beim Kunden nicht effektiv (schlechte Zumutbarkeit einer planmäßigen Durchführung für die Kunden etc.). Die Analyse mittels „FC Assessment“ ermittelt somit keine PMTR, die in der Nutzungsphase anwendbar UND gleichzeitig effektiv sind.

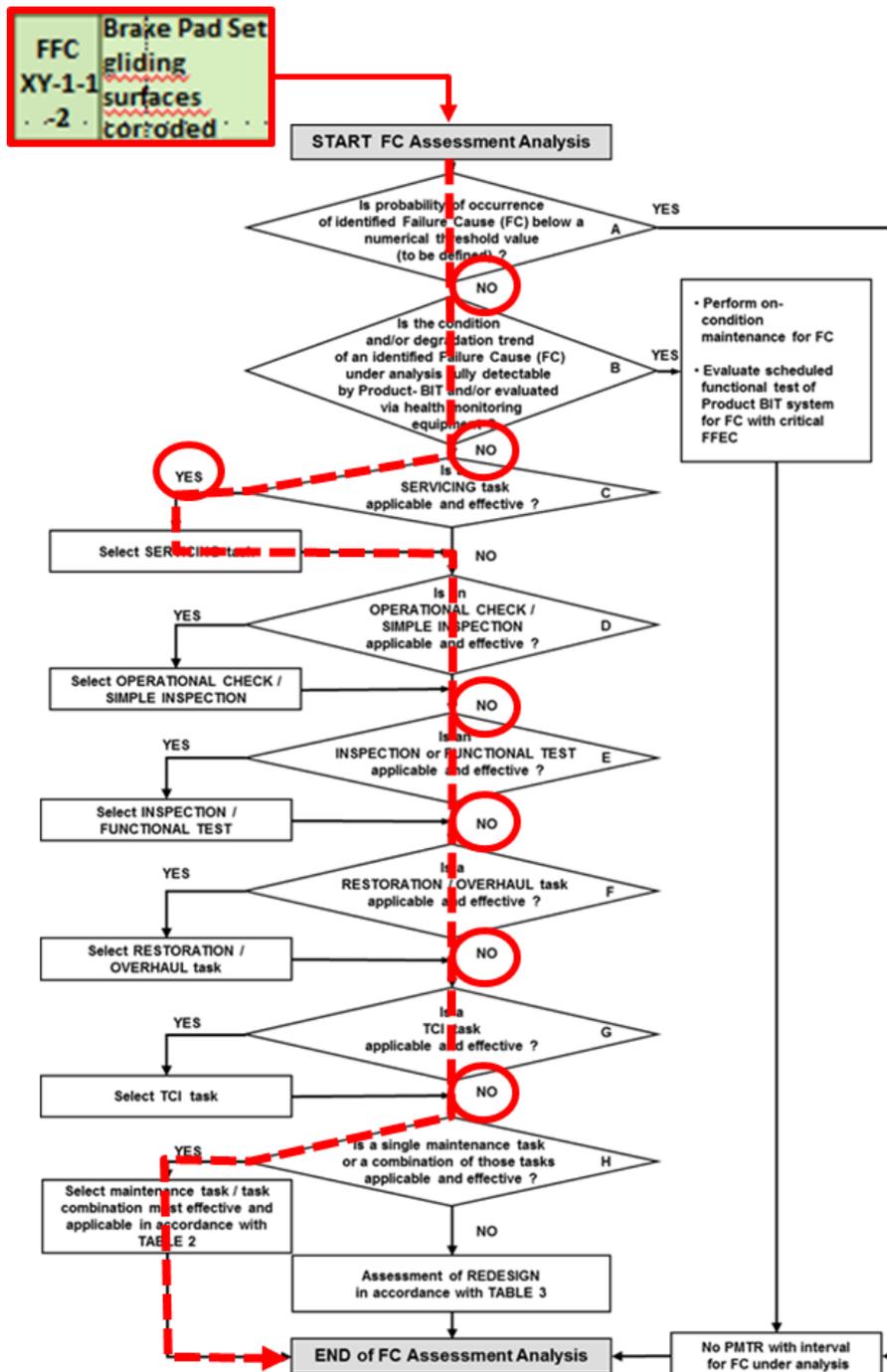
Wegen der Einstufung mit FFEC 1 ist das Analyseergebnis: **REDESIGN MANDATORY** und ein neuer korrosionsfreier Befestigungsbolzen mit höherer Festigkeit ist für Neu-Kunden auszuwählen sowie bei den Alt-Kunden nachzurüsten:



Anlage Abbildung 54: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 4 (1 von 3)

Die Anwendung der „FC Assessment“ Logik auf die zweite Ursache für Funktionsfehler „Gleitflächen an den Bremsbelägen korrodiert“ (FFXY-1-1-2) kommt zum Ergebnis, dass ein LUBRICATION TASK als PMTR anwendbar und effektiv ist. Die Gleitflächen sind vor jeder Installation neuer Bremsbeläge zu reinigen und mit einer temperaturbeständigen Graphitpaste einzureiben.

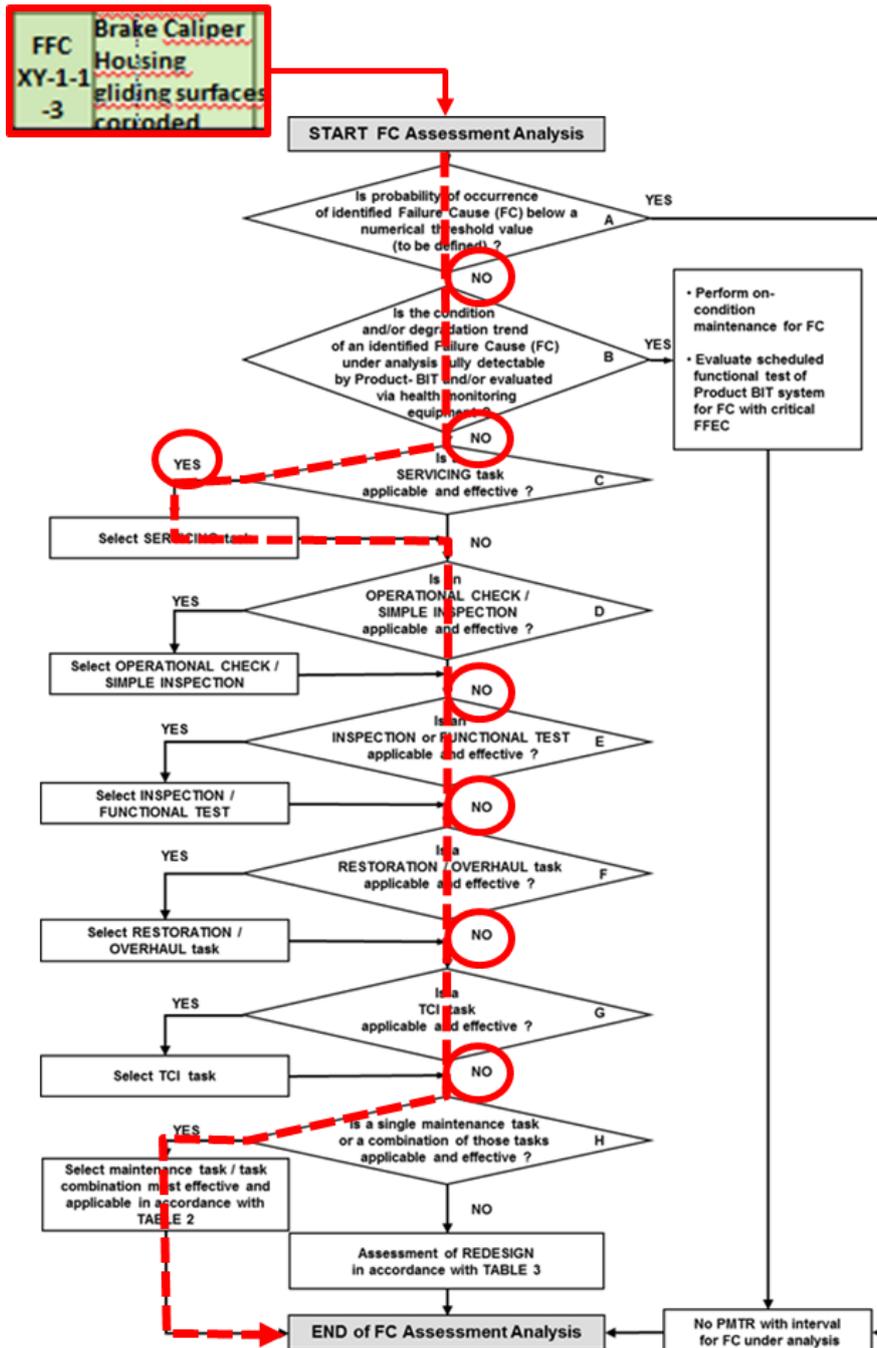
Die Beschreibungen aller betroffenen Instandhaltungsmaßnahmen sind entsprechend zu ändern. Dies betrifft sowohl die Beschreibung von PMTR 3 („overhaul front brake system“ nach 5 Jahren) als auch den verschleißbedingten außerplanmäßigen Tausch der Bremsbeläge.



Anlage Abbildung 55: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 4 (2 von 3)

Die Anwendung der „FC Assessment“ Logik auf die dritte Ursache für Funktionsfehler „Gleitflächen für Bremsbeläge im Bremsbackengehäuse korrodiert“ (FFXY-1-1-3) kommt ebenfalls zum Ergebnis, dass ein LUBRICATION TASK als PMTR anwendbar und effektiv ist. Die Gleitflächen sind vor jeder Installation neuer Bremsbeläge zu reinigen und mit einer temperaturbeständigen Graphitpaste einzureiben.

Die Beschreibungen aller betroffenen Instandhaltungsmaßnahmen sind entsprechend zu ändern. Dies betrifft sowohl die Beschreibung von PMTR 3 („overhaul front brake system“ nach 5 Jahren) als auch den verschleißbedingten außerplanmäßigen Tausch der Bremsbeläge.



Anlage Abbildung 56: Analysebeispiel Mountain Bike Bw, Ergänzung Systemanalyse Schritt 4 (3 von 3)

Der Mountain Bike Bw-Hersteller entscheidet neben den Festlegungen auf Basis der ergänzten Systemanalyse Schritt 4, dass außerdem zwei Warnhinweise in den Beschreibungen der betroffenen Instandhaltungsmaßnahmen in der technischen Dokumentation des Mountain Bike Bw aufzunehmen sind:

**WARNHINWEIS 1:**

**Gefahr einer möglichen Bremsblockade nach Vollbremsung**

Die Gleitflächen der Bremsbeläge und Bremsbackengehäuse müssen zuerst gereinigt und danach mit Graphitpaste versehen werden, bevor die Bremsbeläge eingesetzt werden.

**WARNHINWEIS 2:**

**Gefahr von Bremsversagen nach unsachgemäßer Instandhaltung**

Nach vorschriftsmäßigem Wechsel von Bremsbelägen (Anwendung einer Graphitpaste) oder nach dem Wechsel des Hydrauliköls für die Hydraulikbremsen sind die Funktionsoberflächen der Bremsbeläge und die Bremsscheiben vor Fahrttests und vor Auslieferung des Mountain Bike Bw an den Kunden zu entfetten und zu reinigen.

### 9.2.5. Beispiel zum überarbeiteten Datentransfer mittels MTL infolge des Mountain Bike Bw- Unfalls

| Break-down Element Identifier (BEI) | BE Revision | BE Name      | Teilekennzeichen (Part Identifier) | Teilebezeichnung (Part name) | LSA Kandidaten-Kenner | Kenner Task-Requirement | Task Req. Revision | PMTR Kritikalität | Art des Task Requirements | Beschreibung des Task Requirements   | Intervall-Größe | Intervall-Einheit  | Task Requirement Status |
|-------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--|-----------------|--------------------|-------------------------|
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR1                   | 1.0                | FFEC1             | PMTR                      | Aktivierung des Vorderrad-Bremshebels (Operationeller Test)  | 1               | VOR INBETRIEBNAHME | geprüft und freigegeben |
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR2                   | 1.0                | FFEC1             | PMTR                      | Sichtprüfung des Ölbehälters auf Undichtigkeit/Leckage   | 1               | VOR INBETRIEBNAHME | geprüft und freigegeben |
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR3                   | 1.0                | FFEC1             | PMTR                      | Überholung Bremssystem (incl. Ölwechsel, Dichtungswechsel, Funktionsprüfungen etc.)  | 5               | Jahr(e)            | geprüft und freigegeben |
| DA1-10                              | 1.0         | Bremse, vorn | MTB-BRS800-801                     | Bremse vorn                  | Full                  | PMTR3                   | 2.0                | FFEC1             | PMTR                      | Überholung Bremssystem (incl. Ölwechsel, Dichtungswechsel, Funktionsprüfungen etc.); (falls bei der Überholung des Bremssystems die vorderen Bremsklötze mitgewechselt werden, sind die Gleitflächen der Bremsbeläge und der Gegenseiten im Bremsgehäuse zu reinigen und vor dem Einsetzen der Bremsbeläge mit Graphitpaste zu schmieren!) | 5               | Jahr(e)            | geprüft und freigegeben |

Anlage Abbildung 57: Update MTL Datentransfer von ASD S4000P zu ASD/AIA S3000L nach dem Mountain Bike Bw Unfall

Die neuen, zusätzlichen Festlegungen aufgrund der überarbeiteten ASD S4000P Systemanalyse führen zu einer Aktualisierung des Datentransfers von S4000P zu S3000L mittels MTL.

In vorliegendem Beispiel sind die bestehenden PMTR 1 und 2 nicht von den Folgen der Unfalluntersuchung betroffen. Die zugehörigen Daten sind damit in der MTL unverändert.

PMTR 3 ist jedoch durch die Änderungen betroffen und wird daher in der neuen MTL mit neuen Informationen/Daten und der Revisionsnummer PMTR 3, Revision 2.0 aufgeführt (siehe Abbildung 57)

Die neuen Informationen der MTL zwingen zu Anpassungen in der LSA-Datenbank nach **ASD/AIA S3000L**, was dort ebenfalls ergänzende Analysen, Ausarbeitungen und Dokumentation der Arbeiten nach sich zieht.

Von der Festlegung einer technischen Modifikation eines Bauteiles und dem zusätzlichen Bedarf von Verbrauchsmaterial für durchzuführende Instandhaltungsarbeiten ist die **ASD/AIA S2000M** betroffen. Das Bauteil wird modifiziert, was zu einer Änderung der Ersatzteilbevorratung führt. Außerdem muss Verbrauchsmaterial für die geänderte Arbeitsdurchführung der künftigen Instandhaltungsmaßnahmen zusätzlich beschafft werden.

#### Hinweis zu ASD/AIA S2000M:

Dabei ist zu berücksichtigen, dass nicht alle ETU in der Bundeswehr nach S2000M erstellt werden (Stichwort Anlagenblattverfahren)

Die Technische Dokumentation nach **ASD/AIA S1000D** ist mit der Überarbeitung der Vorschriften betroffen. Arbeitsablauf sowie die Arbeitsbeschreibung ändern sich bei einzelnen, von den festgelegten Änderungen betroffenen Instandhaltungsmaßnahmen. Es werden außerdem die geforderten Warnhinweise in den künftigen Arbeitsablauf eingefügt.

Basierend auf den Vorgaben der LSA-Daten und den Beschreibungen der Technischen Dokumentation werden die Unterlagen und die Voraussetzungen zur Ausbildung und Schulung von Personal überarbeitet.

### **9.3. Beispiele zum Inhaltsverzeichnis projekt-spezifischer "Policy and Procedure Handbooks (PPH)"**

Nachfolgend sind Inhaltsverzeichnis-Beispiele zu 3 PPH-Varianten beschrieben. In Abhängigkeit von der Schutzwürdigkeit des „know-how“ im Inhalt einzelner Abschnitte ist über die „Auslagerung“ derartiger Informationen in PPH-Anhänge („Attachments, Annexes“ etc.) zu entscheiden.

#### **9.3.1. Beispiel Inhaltsverzeichnis zu PPH-Variante 1**

Beispiel zum PPH-Inhalt für eine projektspezifische Umsetzung von ASD S4000P Kapitel 2:

##### **ÄNDERUNGSVERZEICHNIS**

##### **INHALTSVERZEICHNIS**

##### **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

##### **REFERENZEN**

##### **ABSCHNITT 1: EINLEITUNG**

- 1.1. PROJEKTSPEZIFISCHE GRUNDLAGEN UND RAHMENVORGABEN ZUR  
PRODUKTINSTANDHALTUNG UND ZUM KÜNFTIGEN INSTANDHALTUNGSPROGRAMM AUF DER  
BASIS DES INSTANDHALTUNGSKONZEPTS
- 1.2. HINTERGRUND/GESCHICHTE DER ASD S4000P KAPITEL 2 ANALYSE
- 1.3. ZWECK UND ZIEL DER ASD S4000P KAPITEL 2 ANALYSE
- 1.4. ANZUWENDENDE ASD S4000P AUSGABE/VERSION
- 1.5. PRODUKTSPEZIFISCHE FORDERUNGEN UND VORGABEN DER ZUSTÄNDIGEN  
AUF SICHTSBEHÖRDE(N)

##### **ABSCHNITT 2: PROJEKTORGANISATION UND ADMINISTRATION**

- 2.1. EINLEITUNG
- 2.2. VERTRAGLICHE GRUNDLAGEN
- 2.3. PROJEKTORGANISATION UND ANALYSETEAM
- 2.4. AUSWAHL UND SCHULUNG DER ANALYSTEN
- 2.5. AUSWAHL UND EINSATZ GEEIGNETER IT UNTERSTÜTZUNGSTOOLS (FALLS VERFÜGBAR)
- 2.6. KOMMUNIKATION, DATENAUSTAUSCH UND SCHNITTSTELLENMANAGEMENT
- 2.7. MEETING ORGANISATION UND REPORTS (MOM)
- 2.8. RÜCKKOPPLING DER BETRIEBS-UND TESTERFAHRUNG (IN-SERVICE/TEST FEEDBACK, ETC.)
- 2.9. PRÜFUNG UND FREIGABE DES PPH
- 2.10. PRÜFUNG UND FREIGABE DER ANALYSEERGESNISSE

### **ABSCHNITT 3: INFORMATIONEN ZUM PRODUKT UND ZUR PRODUKTNUTZUNG**

3.1. EINLEITUNG

3.2. KONSTRUKTION DES PRODUKTS

3.3. ZIELSETZUNG UND RAHMENBEDINGUNGEN

3.4. ANNAHMEN ZU DEN NUTZUNGSBEDINGUNGEN DES PRODUKTS XY (IN-SERVICE PHASE)

3.5. RAHMEN- BZW ZIELVORGABEN ZUR PLANMÄSSIGEN INSTANDHALTUNG (FALLS ZUTREFFEND)

### **ABSCHNITT 4: VORAUSWAHL VON ANALYSEKANDIDATEN BZW. EINSCHRÄNKUNGEN**

4.1. EINLEITUNG

4.2. LOGISTISCHER PRODUKTAUFBRUCH

4.3. ZONENPLAN DES PRODUKTS

4.4. ZUORDNUNG DER ANALYSEEINSCHRÄNKUNGEN UND -AUSNAHMEN ZU POS: 4.2 UND POS 4.3.  
(MIT BEGRÜNDUNGEN)

### **ABSCHNITT 5: SYSTEMANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.2.**

5.1. EINLEITUNG

5.2. ANALYSEPRINZIP

5.3. PRODUKTSPEZIFISCHE PROZESSLOGIK

5.4. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

5.5. BAUZUSTANDSMANAGEMENT FÜR ANALYSERELEVANTE SYSTEME

5.6. BERÜCKSICHTIGUNG ERGÄNZENDER/ZUSÄTZLICHER ANALYSEMETHODE(N) UND/ODER  
ANALYSEABWEICHUNGEN (FALLS ZUTREFFEND)

5.7. PROZESS ZUR LAUFENDEN ÜBERPRÜFUNG UND ZUM ABGLEICH DER ANALYSEERGEBNISSE  
(INCL: PMTR KONSOLIDIERUNG UND HARMONISIERUNG)

5.8. MWG MEETINGS UND SCHNITTSTELLEN MIT DER PRODUKTZULASSUNG

## **ABSCHNITT 6: STRUKTURANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.3.**

6.1. EINLEITUNG

6.2. ANALYSEPRINZIP

6.3. PRODUKTSPEZIFISCHE PROZESSLOGIK

6.4. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

6.5. BAUZUSTANDSMANAGEMENT FÜR SSI/SD UND MRS

6.6. KONSOLIDIERUNG DER PMTR FÜR SSI/SD UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

6.7. PROZESS ZUR LAUFENDEN ÜBERPRÜFUNG UND ZUM ABGLEICH DER ANALYSEERGEBNISSE  
(INCL: PMTR KONSOLIDIERUNG UND HARMONISIERUNG)

6.8. MWG MEETINGS UND SCHNITTSTELLEN MIT DER PRODUKTZULASSUNG

## **ABSCHNITT 7: ZONENANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.4.**

7.1. EINLEITUNG

7.2. ANALYSEPRINZIP

7.3. PRODUKTSPEZIFISCHE PROZESSLOGIK

7.4. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

7.5. BAUZUSTANDSMANAGEMENT FÜR ZONEN

7.6. KONSOLIDIERUNG DER PMTR UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

7.7. PROZESS ZUR LAUFENDEN ÜBERPRÜFUNG UND ZUM ABGLEICH DER ANALYSEERGEBNISSE  
(INCL: PMTR KONSOLIDIERUNG UND HARMONISIERUNG)

7.8. MWG MEETINGS UND SCHNITTSTELLEN MIT DER PRODUKTZULASSUNG

## **ABSCHNITT 8: PRÜFUNG UND FREIGABE DER ANALYSEERGEBNISSE, PRODUKTZULASSUNG**

8.1. EINLEITUNG

8.2. PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGEN BERÜCKSICHTIGUNG BEKANNTER „CERTIFICATION  
MAINTENANCE REQUIREMENTS“ (CMRs)

8.3. PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGEN UMSETZUNG ALLER BEKANNTEN VORGABEN ZU  
LEBENSDAUERBEGRENZTEN BAUTEILEN/BAUGRUPPEN

8.4. PRÜFUNG DER KORREKTEN UMSETZUNG ALLER VORLIEGENDEN FORDERUNGEN AUS (DER)  
SICHERHEITSANALYSE(N)

8.5. PRÜFUNG DER KORREKTEN UMSETZUNG DER ERGEBNISSE AUS DER PMTR  
KONSOLIDIERUNG/HARMONISIERUNG

8.6. ERSTELLUNG DER PMTR DATENTRANSFERTABELLE (S4000P-S3000L)

**PPH ANHANG A: ASD S4000P ANALYSE KAPITEL 2 FORMBLÄTTER/IT TOOL MASKEN**

A.1. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske ARC-Selection

A.2. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske ARC System FMEA

A.3. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske FF Categorization

A.4. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske FC Assessment

A.5. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske SSI/SD, MRS Selection and Location

A.6. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Selection Sheet

A.7. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske Interval Rating Sheets

A.8. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Summary Sheet(s)

A.9. STANDARD ZONENANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske

A.10. ZONENANALYSE ZAM: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Transfer Documentation Sheet

A.11. S4000P KAPITEL 2 ANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske Status Tabelle

**PPH ANHANG B: ABKÜRZUNGEN, DEFINITIONEN**

B.1. ABKÜRZUNGEN

B.2. DEFINITIONEN

**PPH ANHANG C: PROJEKTPLAN UND MEILENSTEINE**

**PPH ANHANG D: PROJEKTORGANISATION; ZUSTÄNDIGKEITEN**

**PPH ANHANG E: ERGEBNISPROTOKOLLE, WEITERE FORMBLÄTTER**

### **9.3.2. Beispiel Inhaltsverzeichnis zu PPH-Variante 2**

Beispiel zum PPH-Inhalt für eine projektspezifische Umsetzung von ASD S4000P Kapitel 3 (ISMO) Analysen:

#### **ÄNDERUNGSVERZEICHNIS**

#### **INHALTSVERZEICHNIS**

#### **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

#### **REFERENZEN**

#### **ABSCHNITT 1: EINLEITUNG**

- 1.1. PROJEKTSPEZIFISCHE GRUNDLAGEN UND RAHMENVORGABEN ZUR  
PRODUKTINSTANDHALTUNG UND ZUM KÜNFTIGEN INSTANDHALTUNGSPROGRAMM AUF DER  
BASIS DES INSTANDHALTUNGSKONZEPTS
- 1.2. HINTERGRUND/GESCHICHTE DER ASD S4000P KAPITEL 3 ANALYSE
- 1.3. ZWECK UND ZIEL DER ASD S4000P KAPITEL 3 ANALYSE
- 1.4. ANZUWENDENDE ASD S4000P AUSGABE/VERSION
- 1.5. PRODUKTSPEZIFISCHE FORDERUNGEN UND VORGABEN DER ZUSTÄNDIGEN  
AUF SICHTSBEHÖRDE(N)

#### **ABSCHNITT 2: PROJEKTORGANISATION UND ADMINISTRATION**

- 2.1. EINLEITUNG
- 2.2. VERTRAGLICHE GRUNDLAGEN
- 2.3. PROJEKTORGANISATION UND ANALYSETEAM
- 2.4. AUSWAHL UND SCHULUNG DER ANALYSTEN
- 2.5. AUSWAHL UND EINSATZ GEEIGNETER IT UNTERSTÜTZUNGSTOOLS (FALLS VERFÜGBAR)
- 2.6. KOMMUNIKATION, DATENAUSTAUSCH UND SCHNITTSTELLENMANAGEMENT
- 2.7. MEETING ORGANISATION UND REPORTS (MOM)
- 2.8. RÜCKKOPPLING DER BETRIEBS-UND TESTERFAHRUNG (IN-SERVICE/TEST FEEDBACK, ETC.)
- 2.9. PRÜFUNG UND FREIGABE DES PPH
- 2.10. PRÜFUNG UND FREIGABE DER ANALYSEERGEBNISSE

### **ABSCHNITT 3: INFORMATIONEN ZUM PRODUKT UND ZUR PRODUKTNUTZUNG**

3.1. EINLEITUNG

3.2. KONSTRUKTION DES PRODUKTS

3.3. ZIELSETZUNG UND RAHMENBEDINGUNGEN

3.4. ANNAHMEN ZU DEN NUTZUNGSBEDINGUNGEN DES PRODUKTS XY (IN-SERVICE PHASE)

3.5. RAHMEN- BZW ZIELVORGABEN ZUR PLANMÄSSIGEN INSTANDHALTUNG (FALLS ZUTREFFEND)

### **ABSCHNITT 4: VORAUSWAHL VON ANALYSEKANDIDATEN BZW. EINSCHRÄNKUNGEN**

4.1. EINLEITUNG

4.2. LOGISTISCHER PRODUKTAUFBRUCH

4.3. ZONENPLAN DES PRODUKTS

4.4. ZUORDNUNG DER ANALYSEEINSCHRÄNKUNGEN UND -AUSNAHMEN ZU POS: 4.2 UND POS. 4.3.  
(MIT BEGRÜNDUNGEN)

### **ABSCHNITT 5: ISMO ANALYSEVORBEREITUNG AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL°3.2**

5.1. EINLEITUNG

5.2. ANALYSELOGIK

5.3. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

5.4. PRÜFUNG DER UMSETZUNG ALLER FORDERUNGEN AUS (DER) SICHERHEITSANALYSE(N)

5.5. SAMMLUNG VERFÜGBARER INFORMATIONEN DER VERANTWORTLICHEN  
KONSTRUKTIONSABTEILUNG(EN) (INCL. ZULIEFERER/OEM)

5.6. UMSETZUNG DER KOMPENSATORISCHEN AKTIVITÄTEN AUS DER ISMO  
ANALYSEVORBEREITUNG

### **ABSCHNITT 6: ISMO ANALYSEPHASE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 3.3**

6.1. EINLEITUNG

6.2. ANALYSELOGIK (FALLS ERFORDERLICH: ALS ANLAGE ZUM PPH HAUPTDOKUMENT)

6.3. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG (FALLS ERFORDERLICH: ALS ANLAGE ZUM PPH  
HAUPTDOKUMENT)

6.4. DEFINITION DER EINGANGS-UND DER AUSGANGSDATEN FÜR DAS IT  
UNTERSTÜTZUNGSSTOOL (FALLS VERFÜGBAR)

6.5. DATENÜBERNAHME/-ÜBERGABEPROZESS MIT DEM IT UNTERSTÜTZUNGSTOOL (FALLS  
VERFÜGBAR)

6.6. KONFIGURATION UND INBETRIEBNAHME DES IT UNTERSTÜTZUNGSTOOLS (FALLS VERFÜGBAR)

6.7. DEFINITION DES PRÜF-UND ABNAHMEPROZESSES FÜR DIE ERGEBNISSE AUS DER ISMO ANALYSEPHASE

6.8. DER AKTUALISIERUNGS- UND ÜBERARBEITUNGSPROZESS FÜR ISMO ANALYSEERGEBNISSE

### **ABSCHNITT 7: ISMO FOLGEPHASE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 3.4**

7.1. EINLEITUNG

7.2. ANALYSELOGIK

7.3. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

7.4. DEFINITION DES PRÜF-UND ABNAHMEPROZESSES FÜR DIE ERGEBNISSE AUS DER ISMO FOLGEPHASE

### **ABSCHNITT 8: PRÜFUNG UND FREIGABE DER ANALYSEERGEBNISSE, ZULASSUNG**

8.1. EINLEITUNG

8.2. PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGEN BERÜCKSICHTIGUNG BEKANNTER „CERTIFICATION MAINTENANCE REQUIREMENTS“ (CMRs)

8.3. PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGEN UMSETZUNG ALLER BEKANNTEN VORGABEN ZU LEBENSDAUERBEGRENZTEN BAUTEILEN/BAUGRUPPEN

8.4. PRÜFUNG DER KORREKTEN UMSETZUNG ALLER VORLIEGENDEN FORDERUNGEN AUS (DER) SICHERHEITSANALYSE(N)

8.5. PRÜFUNG DER KORREKTEN UMSETZUNG DER ERGEBNISSE AUS DER PMTR KONSOLIDIERUNG/HARMONISIERUNG

8.6. ERSTELLUNG DER PMTR DATENTRANSFERTABELLE (S4000P-S3000L)

**PPH ANHANG A: ASD S4000P ANALYSE KAPITEL 3 FORMBLÄTTER / IT TOOL MASKEN**

A.1. ISMO ANALYSIS PREPARATION: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Summary Sheet(s)

A.2. ISMO ANALYSIS PHASE: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Output table

A.3. ISMO FOLLOW UP PHASE: Formblatt/IT Tool Maske Summary Sheet/Table

**PPH ANHANG B: ABKÜRZUNGEN, DEFINITIONEN**

B.1. ABKÜRZUNGEN

B.2. DEFINITIONEN

**PPH ANHANG C: PROJEKTPLAN UND MEILENSTEINE**

**PPH ANHANG D: PROJEKTORGANISATION; ZUSTÄNDIGKEITEN**

**PPH ANHANG E: ERGEBNISPROTOKOLLE, WEITERE FORMBLÄTTER**

### **9.3.3. Beispiel Inhaltsverzeichnis zu PPH-Variante 3**

Beispiel zum PPH-Inhalt für eine projektspezifische Umsetzung einer Mischform aus ASD S4000P Kapitel 2 und Kapitel 3 Analysen (ISMO):

#### **ÄNDERUNGSVERZEICHNIS**

#### **INHALTSVERZEICHNIS**

#### **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

#### **REFERENZEN**

#### **ABSCHNITT 1: EINLEITUNG**

- 1.1. PROJEKTSPEZIFISCHE GRUNDLAGEN UND RAHMENVORGABEN ZUR  
PRODUKTINSTANDHALTUNG UND ZUM KÜNFTIGEN INSTANDHALTUNGSPROGRAMM AUF DER  
BASIS DES INSTANDHALTUNGSKONZEPTS
- 1.2. HINTERGRUND/GESCHICHTE DER ASD S4000P ANALYSE
- 1.3. ZWECK UND ZIEL DER ASD S4000P KAPITEL 2 UND 3 ANALYSEN
- 1.4. ANZUWENDENDE ASD S4000P AUSGABE/VERSION
- 1.5. PRODUKTSPEZIFISCHE FORDERUNGEN UND VORGABEN DER ZUSTÄNDIGEN  
AUF SICHTSBEHÖRDE(N)

#### **ABSCHNITT 2: PROJEKTORGANISATION UND ADMINISTRATION**

- 2.1. EINLEITUNG
- 2.2. VERTRAGLICHE GRUNDLAGEN
- 2.3. PROJEKTORGANISATION UND ANALYSETEAM
- 2.4. AUSWAHL UND SCHULUNG DER ANALYSTEN
- 2.5. AUSWAHL UND EINSATZ GEEIGNETER IT UNTERSTÜTZUNGSTOOLS (FALLS VERFÜGBAR)
- 2.6. KOMMUNIKATION, DATENAUSTAUSCH UND SCHNITTSTELLENMANAGEMENT
- 2.7. MEETING ORGANISATION UND REPORTS (MOM)
- 2.8. RÜCKKOPPLING DER BETRIEBS-UND TESTERFAHRUNG (IN-SERVICE/TEST FEEDBACK, ETC.)
- 2.9. PRÜFUNG UND FREIGABE DES PPH
- 2.10. PRÜFUNG UND FREIGABE DER ANALYSEERGEBNISSE

### **ABSCHNITT 3: INFORMATIONEN ZUM PRODUKT UND ZUR PRODUKTNUTZUNG**

#### 3.1. EINLEITUNG

#### 3.2. KONSTRUKTION DES PRODUKTS

#### 3.3. ZIELSETZUNG UND RAHMENBEDINGUNGEN

#### 3.4. ANNAHMEN ZU DEN NUTZUNGSBEDINGUNGEN DES PRODUKTS XY (IN-SERVICE PHASE)

#### 3.5. RAHMEN- BZW ZIELVORGABEN ZUR PLANMÄSSIGEN INSTANDHALTUNG (FALLS ZUTREFFEND)

### **ABSCHNITT 4: VORAUSWAHL VON ANALYSEKANDIDATEN BZW. EINSCHRÄNKUNGEN**

#### 4.1. EINLEITUNG

#### 4.2. LOGISTISCHER PRODUKTAUFBRUCH

#### 4.3. ZONENPLAN DES PRODUKTS

#### 4.4. ZUORDNUNG DER ANALYSEEINSCHRÄNKUNGEN UND -AUSNAHMEN ZU POS: 4.2 UND POS 4.3. (MIT BEGRÜNDUNGEN)

#### 4.5. FESTLEGUNG DER ANALYSEKANDIDATEN FÜR DIE S4000P KAPITEL 2 –ANALYSE (IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DEN ERGEBNISSEN AUS DER SICHERHEITSANALYSE , MIT CMR, MIT KUNDENFORDERUNGEN, ETC.)

#### 4.6. FESTLEGUNG DER ANALYSEKANDIDATEN FÜR DIE S4000P KAPITEL 3–ANALYSE (IN ÜBEREINSTIMMUNG MIT DEN ERGEBNISSEN AUS DER SICHERHEITSANALYSE , MIT CMR, MIT KUNDENFORDERUNGEN, ETC.)

#### 4.7. KOORDINIERUNG DER ANALYSEAKTIVITÄTEN AUF BASIS S4000P KAPITEL 2 UND KAPITEL 3

### **ABSCHNITT 5: SYSTEMANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.2.**

#### 5.1. EINLEITUNG

#### 5.2. ANALYSEPRINZIP

#### 5.3. PRODUKTSPEZIFISCHE PROZESSLOGIK

#### 5.4. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

#### 5.5. BAUZUSTANDSMANAGEMENT FÜR ANALYSERELEVANTE SYSTEME

#### 5.6. BERÜCKSICHTIGUNG ERGÄNZENDER/ZUSÄTZLICHER ANALYSEMETHODE(N) UND/ODER ANALYSEABWEICHUNGEN (FALLS ZUTREFFEND)

#### 5.7. PROZESS ZUR LAUFENDEN ÜBERPRÜFUNG UND ZUM ABGLEICH DER ANALYSEERGEBNISSE (INCL: PMTR KONSOLIDIERUNG UND HARMONISIERUNG)

#### 5.8. MWG MEETINGS UND SCHNITTSTELLEN MIT DER PRODUKTZULASSUNG

## **ABSCHNITT 6: STRUKTURANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.3.**

6.1. EINLEITUNG

6.2. ANALYSEPRINZIP

6.3. PRODUKTSPEZIFISCHE PROZESSLOGIK

6.4. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

6.5. BAUZUSTANDSMANAGEMENT FÜR SSI/SD UND MRS

6.6. KONSOLIDIERUNG DER PMTR FÜR SSI/SD UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

6.7. PROZESS ZUR LAUFENDEN ÜBERPRÜFUNG UND ZUM ABGLEICH DER ANALYSEERGEBNISSE  
(INCL: PMTR KONSOLIDIERUNG UND HARMONISIERUNG)

6.8. MWG MEETINGS UND SCHNITTSTELLEN MIT DER PRODUKTZULASSUNG

## **ABSCHNITT 7: ZONENANALYSE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 2.4.**

7.1. EINLEITUNG

7.2. ANALYSEPRINZIP

7.3. PRODUKTSPEZIFISCHE PROZESSLOGIK

7.4. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

7.5. BAUZUSTANDSMANAGEMENT FÜR ZONEN

7.6. KONSOLIDIERUNG DER PMTR UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

7.7. PROZESS ZUR LAUFENDEN ÜBERPRÜFUNG UND ZUM ABGLEICH DER ANALYSEERGEBNISSE  
(INCL: PMTR KONSOLIDIERUNG UND HARMONISIERUNG)

7.8. MWG MEETINGS UND SCHNITTSTELLEN MIT DER PRODUKTZULASSUNG

## **ABSCHNITT 8: ISMO ANALYSEVORBEREITUNG AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 3.2**

8.1. EINLEITUNG

8.2. ANALYSELOGIK

8.3. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

8.4. PRÜFUNG DER UMSETZUNG ALLER FORDERUNGEN AUS (DER) SICHERHEITSANALYSE(N)

8.5. SAMMLUNG VERFÜGBARER INFORMATIONEN DER VERANTWORTLICHEN  
KONSTRUKTIONSABTEILUNG(EN) (INCL. ZULIEFERER/OEM)

8.6. UMSETZUNG DER KOMPENSATORISCHEN AKTIVITÄTEN AUS DER ISMO  
ANALYSEVORBEREITUNG

## **ABSCHNITT 9: ISMO ANALYSEPHASE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 3.3**

9.1. EINLEITUNG

9.2. ANALYSELOGIK (FALLS ERFORDERLICH: ALS ANLAGE ZUM PPH HAUPTDOKUMENT)

9.3. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG (FALLS ERFORDERLICH: ALS ANLAGE ZUM PPH HAUPTDOKUMENT)

9.4. DEFINITION DER EINGANGS-UND DER AUSGANGSDATEN FÜR DAS IT UNTERSTÜTZUNGSTOOL (FALLS VERFÜGBAR)

9.5. DATENÜBERNAHME/-ÜBERGABEPROZESS MIT DEM IT UNTERSTÜTZUNGSTOOL

9.6. KONFIGURATION UND INBETRIEBNAHME DES IT UNTERSTÜTZUNGSTOOLS

9.7. DEFINITION DES PRÜF-UND ABNAHMEPROZESSES FÜR DIE ERGEBNISSE AUS DER ISMO ANALYSEPHASE

9.8. DER AKTUALISIERUNGS- UND ÜBERARBEITUNGSPROZESS FÜR ISMO ANALYSEERGEBNISSE

## **ABSCHNITT 10: ISMO FOLGEPHASE AUF BASIS ASD S4000P KAPITEL 3.4**

10.1. EINLEITUNG

10.2. ANALYSELOGIK

10.3. DETAILLIERTE PROZESSBESCHREIBUNG

10.4. DEFINITION DES PRÜF-UND ABNAHMEPROZESSES FÜR DIE ERGEBNISSE AUS DER ISMO FOLGEPHASE

## **ABSCHNITT 11: PRÜFUNG UND FREIGABE DER ANALYSEERGEBNISSE, PRODUKTZULASSUNG**

11.1. EINLEITUNG

11.2. PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGEN BERÜCKSICHTIGUNG BEKANNTER „CERTIFICATION MAINTENANCE REQUIREMENTS“ (CMRs)

11.3. PRÜFUNG DER VOLLSTÄNDIGEN UMSETZUNG ALLER BEKANNTEN VORGABEN ZU LEBENSDAUERBEGRENZTEN BAUTEILEN/BAUGRUPPEN

11.4. PRÜFUNG DER KORREKTEN UMSETZUNG ALLER VORLIEGENDEN FORDERUNGEN AUS (DER) SICHERHEITSANALYSE(N)

11.5. PRÜFUNG DER KORREKTEN UMSETZUNG DER ERGEBNISSE AUS DER PMTR KONSOLIDIERUNG/HARMONISIERUNG

11.6. ERSTELLUNG DER PMTR DATENTRANSFERTABELLE (S4000P-S3000L)

## **PPH ANHANG A: ASD S4000P ANALYSE KAPITEL 2 FORMBLÄTTER / IT TOOL MASKEN**

- A.1. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske ARC-Selection
- A.2. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske ARC System FMEA
- A.3. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske FF Categorization
- A.4. SYSTEMANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske FC Assessment
- A.5. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske SSI/SD, MRS Selection and Location
- A.6. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Selection Sheet
- A.7. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske Interval Rating Sheets
- A.8. STRUKTURANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Summary Sheet(s)
- A.9. STANDARD ZONENANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske
- A.10. ZONENANALYSE ZAM: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Transfer Documentation Sheet
- A.11. S4000P KAPITEL 2 ANALYSE: Formblatt/IT Tool Maske Status Tabelle

## **PPH ANHANG B: ASD S4000P ANALYSE KAPITEL 3 FORMBLÄTTER / IT TOOL MASKEN**

- B.1. ISMO ANALYSIS PREPARATION: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Summary Sheet(s)
- B.2. ISMO ANALYSIS PHASE: Formblatt/IT Tool Maske PMTR Output table
- B.3. ISMO FOLLOW UP PHASE: Formblatt/IT Tool Maske Summary Sheet/Table

## **PPH ANHANG C: ABKÜRZUNGEN, DEFINITIONEN**

- C.1. ABKÜRZUNGEN
- C.2. DEFINITIONEN

## **PPH ANHANG D: PROJEKTPLAN UND MEILENSTEINE**

## **PPH ANHANG E: PROJEKTORGANISATION; ZUSTÄNDIGKEITEN**

## **PPH ANHANG F: ERGEBNISPROTOKOLLE, WEITERE FORMBLÄTTER**