

Leitfaden zur Anwendung ASD/AIA S3000L in der Bundeswehr im Rahmen des CPM (nov.)-Prozesses

B/U2AT/EA231/N3144

Issue 1.0

01.07.2017

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

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	9
1. Einleitung	10
2. Zielsetzung des Leitfadens	11
2.1. Beschreibung der Grundlagen ILS und LSA.....	11
2.2. Verknüpfung S3000L und CPM (nov.).....	11
2.3. DV-Aspekte und Kern-LSA der Bundeswehr.....	12
2.4. LSA-Beispiel	12
3. Der LSA-Prozess nach S3000L.....	13
3.1. Einführung.....	13
3.2. Ziele des LSA-Prozesses	15
3.2.1. Beeinflussung des Designs	15
3.2.2. Logistische Strategie	16
3.2.3. Instandhaltungskonzept und Unterstützung im Betrieb/Einsatz.....	17
3.2.4. Aufbau einer LSA-Datenbank.....	18
3.2.5. Zertifizierung / Qualifizierung.....	20
3.2.6. Verknüpfung der LSA mit Life Cycle Cost Management.....	22
3.2.7. Lebenszeitbegleitende Optimierung des Unterstützungssystems	24
3.3. Schnittstellen des LSA-Prozesses zum Support Engineering	25
3.3.1. Wartbarkeit (Maintainability).....	25
3.3.2. Zuverlässigkeit (Reliability).....	26
3.3.3. Prüfbarkeit (Testability)	28
3.3.4. Verfügbarkeit (Availability).....	28
3.3.5. Sicherheit im Betrieb (Safety).....	29
3.3.6. Herleitung von Wartungsmaßnahmen	29
3.3.7. Zusammenfassung Schnittstellen LSA-Prozess / Support Engineering	31
3.4. Schnittstellen der LSA zu den ILS-Elementen.....	32
3.4.1. LSA im ILS-Prozess	32
3.4.2. Die ILS-Elemente des logistischen Unterstützungssystems.....	35
3.5. Die S3000L im Kontext der ASD/AIA ILS Specification Suite.....	42
3.5.1. Die Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite.....	42
3.5.2. Zusammenspiel der ASD/AIA ILS Spezifikationen.....	43
4. Anwendung der S3000L im Kontext des CPM (nov.).....	46
4.1. Die Grundlage - CPM (nov.)	46
4.1.1. Zeitlicher Projektablauf nach CPM (nov.).....	46
4.1.2. Die LSA-Aktivitäten in den CPM-Projektphasen	46

4.1.3.	CPM-Dokumente	47
4.1.4.	Die CPM-Projektelemente	48
4.2.	Analysephase (Teil 1).....	50
4.2.1.	Zugehörige CPM-Phasendokumente.....	50
4.2.2.	LSA-Aktivitäten in der Analysephase (Teil 1)	50
4.2.3.	Beiträge aus dem LSA-Prozess zur Analysephase (Teil 1)	51
4.2.4.	Zusammenfassung und Vorgehensweise für Analysephase (Teil 1).....	52
4.3.	Analysephase (Teil 2).....	53
4.3.1.	Zugehörige CPM-Phasendokumente.....	53
4.3.2.	LSA-Aktivitäten in der Analysephase (Teil 2).....	53
4.3.3.	Beiträge aus dem LSA-Prozess zur Analysephase (Teil 2)	53
4.3.4.	Zusammenfassung und Vorgehensweise Analysephase (Teil 2)	55
4.4.	Realisierungsphase	55
4.4.1.	Zugehörige CPM-Phasendokumente.....	55
4.4.2.	LSA-Aktivitäten in der Realisierungsphase	56
4.4.3.	Beiträge aus dem LSA-Prozess zur Realisierungsphase (Vergabe)	56
4.4.4.	Vertragsumsetzung und integrierte Nachweisführung	57
4.4.5.	Zusammenfassung Realisierungsphase	69
4.5.	Nutzungsphase.....	70
4.5.1.	Zugehörige CPM-Phasendokumente.....	70
4.5.2.	LSA-Aktivitäten in der Nutzungsphase.....	70
4.5.3.	Beiträge aus dem LSA-Prozess für die Nutzungsphase	70
4.5.4.	Zusammenfassung und Vorgehensweise in der Nutzungsphase.....	75
5.	DV-Aspekte der S3000L.....	76
5.1.	Moderne Datenhaltung für S3000L LSA-Daten.....	76
5.2.	S3000L-Datenmodell	78
5.2.1.	Die Modellierungssprache UML	79
5.2.2.	Unit of Functionality (UoF).....	79
5.3.	Die Datenelemente der Kern-LSA der Bundeswehr	80
5.4.	Datenaustauschverfahren	83
5.4.1.	Datenaustauschformat der S3000L.....	84
5.4.2.	Das S3000L XML Schema	85
5.5.	Ergänzende Dokumente, DMEWG.....	85
5.6.	Ergänzende Dokumente, die X-Spezifikationen	87
6.	LSA-Beispiel.....	88
6.1.	Einführung in das S3000LBike	88
6.2.	Erläuterungen zu den Beispieldaten zum S3000LBikeBw.....	90
6.2.1.	LSA-Beispieldaten zur Projektdefinition	90

6.2.2.	LSA-Beispieldaten zum Nutzungsszenario	91
6.2.3.	LSA-Beispieldaten zum Produktaufbruch	91
6.2.4.	LSA-Beispieldaten zur LSA-Kandidatenauswahl	95
6.2.5.	LSA-Beispieldaten zur LSA FMEA	96
6.2.6.	LSA-Beispieldaten zur Damage/Special Event Analysis	98
6.2.7.	LSA-Beispieldaten zur Festlegung der Task Requirements	98
6.2.8.	LSA-Beispieldaten zur MTA	99
6.3.	Zusammenfassung LSA-Beispiel	101
7.	Bezugsdokumente	102
8.	Definitionen und Abkürzungen	103
8.1.	Begriffs-Definitionen	103
8.2.	Abkürzungen	105
9.	Anhänge	109
9.1.	Anhang A - das S3000L-Datenmodell	109
9.1.1.	UML-Komponenten des S3000L-Datenmodells	109
9.1.2.	Datentypen des S3000L-Datenmodells	109
9.1.3.	Klassen	114
9.1.4.	Kardinalität für Datenelemente	115
9.1.5.	Klassen ohne eigene Attribute	116
9.1.6.	Relationen zwischen Klassen	117
9.2.	Anhang B - Units of Functionality	127
9.2.1.	Die UoF Product and Project	127
9.2.2.	Die UoF Product Usage Context	129
9.2.3.	Die UoF Breakdown Structure	131
9.2.4.	Die UoF Part Definition	134
9.2.5.	Die UoF Breakdown Element Realization	137
9.2.6.	Die UoF Breakdown Zone Element	139
9.2.7.	Die UoF Breakdown Aggregated Element	140
9.2.8.	Die UoF Product Design Configuration	141
9.2.9.	Die UoF LSA Candidate	143
9.2.10.	Die UoF LSA Candidate Analysis Activity	145
9.2.11.	Die UoF LSA FMEA	147
9.2.12.	Die UoF Special Event and Damage	149
9.2.13.	Die UoF LSA Candidate Task Requirement	151
9.2.14.	Die UoF Task	153
9.2.15.	Die UoF Task Resources	157
9.2.16.	Die UoF Task Usage (Part 1)	160
9.2.17.	Die UoF Task Usage (Part 2)	165



9.2.18.	Die UoF Security Classification	166
9.2.19.	Die UoF Organization Assignment	167
9.2.20.	Die UoF Document	169
9.2.21.	Die UoF Remark	173
9.2.22.	Die UoF Applicability Statement	175
9.3.	Anhang C - Strukturierung von Maßnahmen in den LSA-Daten	179
9.3.1.	Beispiel 1 - Typischer Supporting Task	180
9.3.2.	Beispiel 2 - Rectifying Task mit Referenzen	181
9.3.3.	Beispiel 3 - parallele Tätigkeiten	183
9.3.4.	Zusammenfassung Aufbau von Maßnahmen	184

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Eisberg-Effekt der Product Support Costs (PSC)	23
Abbildung 2: Von der technischen FMEA zur LSA FMEA	27
Abbildung 3: Verknüpfung von S3000L, S4000P und S1000D	31
Abbildung 4: Der LSA-Prozess zwischen Produktentwicklung und Produktnutzung.....	34
Abbildung 5: Das Zusammenspiel der Spezifikationen der ASD/AIA ILS-Specification Suite.....	44
Abbildung 6: Projektphasen nach CPM (nov.)	46
Abbildung 7: Radar-Screen der Projektelemente.....	49
Abbildung 8: Input und Output für die Analysephase (Teil 1)	51
Abbildung 9: Definition der Grundlagen zur finalen AWE in der Analysephase (Teil 2).....	54
Abbildung 10: Inputs zum Vergabeverfahren.....	56
Abbildung 11: Realisierungsphase, Produktentwicklung und begleitende Analysetätigkeit	58
Abbildung 12: Typische Methode für einen logistischen Produktaufbruch.....	59
Abbildung 13: Einplanung von LSA Reviews in der Realisierungsphase	66
Abbildung 14: GeNu im Rahmen der Realisierungsphase	68
Abbildung 15: Steuerung potentieller Änderungen in der Nutzungsphase	71
Abbildung 16: Reihenfolge der Anpassungsmaßnahmen	72
Abbildung 17: In-Service Feedback in der Nutzungsphase.....	72
Abbildung 18: Verteilte Datenbanken und Datenlieferungsprozess.....	76
Abbildung 19: Zentrale Datenhaltung in einer modernen DV-Architektur	77
Abbildung 20: Datenelement - Klasse - UoF.....	80
Abbildung 21: S3000LBikeBw	88
Abbildung 22: System/Subsystem-Matrix des S3000LBikeBw.....	92
Abbildung 23: Verknüpfung von Aufbruchselementen mit konkreten Teilen (Realization).....	93
Abbildung 24: Aufbruch von Teilen (Stücklisten).....	94
Abbildung 25: Fehlerraten und MTBF-Werte aus technischer FMEA (Hersteller) und LSA-FMEA ..	98
Abbildung 26: S3000L-Datenmodell - Datentyp DateType.....	110
Abbildung 27: S3000L-Datenmodell - Datentyp IdentifierType.....	110
Abbildung 28: S3000L-Datenmodell - Datentyp DescriptorType	111
Abbildung 29: S3000L-Datenmodell - Datentyp ClassificationType	111
Abbildung 30: S3000L-Datenmodell - Datentyp PropertyType.....	112
Abbildung 31: S3000L-Datenmodell - Datentyp (compound attribute) SerialNumberRange.....	113
Abbildung 32: S3000L-Datenmodell - Datentyp (compound attribute) DatedClassification	114
Abbildung 33: S3000L-Datenmodell - Datentyp (compound attribute) AuthorizedLife	114
Abbildung 34: S3000L-Datenmodell - Darstellung einer Klasse.....	114
Abbildung 35: Beispiel einer Tabellenansicht der Klasse ProductVariant.....	115

Abbildung 36: Angabe der Kardinalität	115
Abbildung 37: Leere Klasse zur Verknüpfung zweier Klassen	116
Abbildung 38: Leere Klasse aus anderer UoF	117
Abbildung 39: Darstellung einer Association.....	118
Abbildung 40: Darstellung der Association aus Abbildung 39 als Tabelle	118
Abbildung 41: Interne Association	119
Abbildung 42: Darstellung der internen Association aus Abbildung 41 als Tabelle	119
Abbildung 43: Directed Association zwischen einem Fehlereffekt und einem Aufbruchselement..	119
Abbildung 44: Generalization/Specialization	120
Abbildung 45: Darstellung der Specialization aus Abbildung 44 als Tabellen	121
Abbildung 46: Composition Aggregation.....	122
Abbildung 47: Darstellung der Composition Aggregation aus Abbildung 46 als Tabellen.....	122
Abbildung 48: Verknüpfung mit Relationstabelle im UML-Modell und in Tabellendarstellung.....	124
Abbildung 49: Relation Contract - ProductVariant.....	124
Abbildung 50: Relation Product - ProductVariant.....	125
Abbildung 51: Interface and realize relationship	125
Abbildung 52: UML-Darstellung der UoF Product and Project	127
Abbildung 53: UML-Darstellung der UoF Product Usage Context.....	129
Abbildung 54: UML-Darstellung der UoF Breakdown Structure	131
Abbildung 55: UML-Darstellung der UoF Part Definition	134
Abbildung 56: UML-Darstellung der UoF Breakdown Element Realization	137
Abbildung 57: UML-Darstellung der UoF Breakdown Zone Element.....	139
Abbildung 58: UML-Darstellung der UoF Breakdown Aggregated Element	140
Abbildung 59: UML-Darstellung der UoF Product Design Configuration	141
Abbildung 60: UML-Darstellung der UoF LSA Candidate	143
Abbildung 61: UML-Darstellung der UoF LSA Candidate Analysis Activity	145
Abbildung 62: UML-Darstellung der UoF LSA FMEA.....	147
Abbildung 63: UML-Darstellung der UoF Special Event and Damage	149
Abbildung 64: UML-Darstellung der UoF LSA Candidate Task Requirement.....	151
Abbildung 65: UML-Darstellung der UoF Task.....	153
Abbildung 66: UML-Darstellung der UoF Task Resources.....	157
Abbildung 67: UML-Darstellung der UoF Task Usage (Part 1).....	160
Abbildung 68: Beispiel Task Usage (Part 1) - benötigte Klassen	162
Abbildung 69: Beispiel Task Usage (Part 1) - Umsetzung der konkreten Werte in den Klassen ...	163
Abbildung 70: UML-Darstellung der UoF Task Usage (Part 2).....	165
Abbildung 71: UML-Darstellung der UoF Security Classification.....	166

Abbildung 72: UML-Darstellung der UoF Organization Assignment..... 167

Abbildung 73: Zuordnung einer Organisation zu einem Objekt, Beispiel 1 167

Abbildung 74: Zuordnung einer Organisation zu einem Objekt, Beispiel 2..... 168

Abbildung 75: UML-Darstellung der UoF Document (Teil 1) 169

Abbildung 76: UML-Darstellung der UoF Document (Teil 2) 170

Abbildung 77: Beispiel - Verknüpfung eines Datenmoduls mit einem Task..... 171

Abbildung 78: UML-Darstellung der UoF Remark (Teil 1) 173

Abbildung 79: UML-Darstellung der UoF Remark (Teil 2) 174

Abbildung 80: UML-Darstellung der UoF Applicability Statement (Teil 1)..... 175

Abbildung 81: Gültigkeitsbedingungen - Beispiel, UML-Darstellung..... 177

Abbildung 82: Gültigkeitsbedingungen - Beispiel, eine mögliche Tabellendarstellung..... 177

Abbildung 83: UML-Darstellung der UoF Applicability Statement (Teil 2)..... 178

Abbildung 84: Typischer Supporting Task 180

Abbildung 85: Typischer Rectifying Task mit 6 Referenzen und 3 eigenen Arbeitsschritten..... 182

Abbildung 86: Parallele Tätigkeiten in einem Supporting Task 183

Abbildung 87: Parallele Tätigkeiten in einem Gantt-Diagramm 183

Vorwort

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:

logkdobwabtplanungiii2sqs3000ls4000p@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 werden aufgrund von begrenzten Budgets alle Kostenaspekte immer mehr einer kritischen Prüfung unterworfen. Je langlebiger und technisch komplexer ein Produkt ist, desto mehr spielen die Kosten für Betrieb und Instandhaltung eine zentrale Rolle und desto mehr werden diese Kosten zu einem wesentlichen Entscheidungskriterium im Beschaffungsprozess. Aus diesem Grund bekommt der Aspekt der Instandhaltung und der Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz einen immer höheren Stellenwert.

Der Auftrag der Bundeswehr erfordert zuverlässiges Wehrmaterial, das technische Anforderungen bestmöglich erfüllt. Hohe Verfügbarkeit bei hoher Wirtschaftlichkeit ist dabei entscheidend. Im Falle des Ausfalls eines Produkts muss sichergestellt sein, dass eine schnellstmögliche Wiederherstellung der Einsatzfähigkeit erfolgen kann. Schnelle Verlegbarkeit durch optimale Transporteigenschaften oder einfaches Handling im täglichen Betrieb sind Beispiele für weitere Aspekte der Unterstützbarkeit, welche entscheidend zur Einsatzfähigkeit eines Produkts beitragen.

Dem Aspekt der Unterstützbarkeit muss bereits sehr früh im Verlauf eines Beschaffungsprojekts die erforderliche Aufmerksamkeit gewidmet werden. Im späteren Betrieb ist die Zufriedenheit des Nutzers mit der Leistungsfähigkeit eines Produkts entscheidend davon abhängig, wie gut die Instandhaltbarkeit und die Unterstützbarkeit des Produkts in Betrieb/Einsatz realisiert wurden. Dazu gehören vielfältige Aspekte wie z.B. eine gute Instandsetzbarkeit im Falle eines Ausfalls, rechtzeitige und vollständige Verfügbarkeit aller Ressourcen für Instandhaltung und Betrieb/Einsatz, hohe Sicherheit und Zuverlässigkeit im Betrieb und geringe Standzeiten aufgrund von Instandhaltungsmaßnahmen.

Logistische Unterstützungssysteme sind heute komplexe Gebilde, die parallel zur Entwicklung des eigentlichen Produkts realisiert werden müssen. Um diese parallele Vorgehensweise durch sinnvolle Entscheidungen optimal zu unterstützen, ist ein permanenter Informationsaustausch zwischen Entwicklungsbereichen (Engineering) und technisch/logistischen Bereichen (das sog. Support Engineering) innerhalb der Industrie unverzichtbar. Die Elemente des Unterstützungssystems (z.B. technische Dokumentation, Ersatzteilversorgung, Personalplanung und Ausbildung, Sonderwerkzeuge, Prüfgerät) sind dabei integriert zu betrachten. Der dazu anzuwendende Prozess wird als Integrated Logistic Support (ILS) bezeichnet, die Elemente des Unterstützungssystems werden im Bereich der Bundeswehr als ILS-Elemente bezeichnet.

Der erforderliche Analyseprozess zur Ermittlung aller Anforderungen an das Unterstützungssystem wird als Logistic Support Analysis Prozess (\Rightarrow LSA-Prozess) bezeichnet. Im Rahmen dieses Analyseprozesses werden verschiedene ingenieurmäßige bzw. wissenschaftliche Analyseverfahren angewendet, um:

- das Design eines neu zu entwickelnden Produkts bezüglich seiner Unterstützbarkeit positiv zu beeinflussen und damit die Life Cycle Costs (LCC) zu minimieren bzw. zu optimieren.
- alle erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen und die erforderlichen Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz, welche durch die Bundeswehr durchzuführen sind, zu identifizieren.
- die identifizierten Maßnahmen weiter zu analysieren um die erforderlichen logistischen Grunddaten zur Planung und Herstellung der Einsatzreife bereitzustellen (z.B. durch den Aufbau einer LSA-Datenbank).

Die Forderung nach optimaler Unterstützbarkeit gilt übergreifend für alle Teilstreitkräfte und Organisationsbereiche der Bundeswehr. Die Spezifikation S3000L, herausgegeben durch die europäischen und amerikanischen Dachverbände AeroSpace and Defence Association of Europe (ASD) und Aerospace Industries Association (AIA), bietet dazu eine allgemein gültige Spezifikation für alle Arten von Produkten.

2. Zielsetzung des Leitfadens

Der Leitfaden richtet sich an die fachlichen Bearbeiter im Grundsatzbereich ILS/LSA des BAABW (T4.1) sowie des LogKdoBw. Er dient als Grundlagendokument zum Aufbau weiterführender Dokumente (z.B. Bereichsvorschrift/Durchführungsbestimmungen) mit der Zielsetzung eine anwendbare Handlungsanweisung für die Projektleitung im Rahmen eines Beschaffungsprojektes zu erstellen. Die maßgebliche Vorschrift für den Beschaffungsprozess ist dabei die Verfahrensanweisung A-1500/3 (CPM (nov.)), im Weiteren CPM (nov.) genannt.

Die Zielsetzung des Leitfadens gliedert sich in folgende Hauptbereiche:

- Beschreibung der Grundlagen der Themenkomplexe Integrated Logistic Support (ILS) und Logistic Support Analysis (LSA) unter Berücksichtigung der Grundlagendokumente des BAABW, Abteilung T4.1, „Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß ZDv A-1500/3 (CPM (nov.))“ inkl. zugehöriger Anlagen 1-8, siehe [5].
- Verknüpfung von Daten- und Informationsaustausch zwischen den Analyseergebnissen des LSA-Prozesses nach S3000L und den Geschäftsprozessen der Bundeswehr im Rahmen der Beschaffung von Wehrmaterial nach CPM (nov.), siehe [1].
- Entwicklung und Fortschreibung der DV-Aspekte der ASD/AIA S3000L, um die Anwendung der S3000L in Beschaffungsprojekten der Bundeswehr zu ermöglichen und zu fördern. Zu diesem Zweck wurde eine Bw-spezifische Minimalforderung an LSA-Daten festgelegt, die im Leitfaden als Kern-LSA der Bundeswehr bezeichnet wird.
- Entwicklung eines LSA-Beispiels auf der Basis des ASD/AIA S3000LBike zur Veranschaulichung der ausgewählten Datenelemente der Kern-LSA, ergänzt durch zusätzliche Datenaspekte, welche in Projekten optional genutzt werden können.

2.1. Beschreibung der Grundlagen ILS und LSA

Die Zielsetzung des Leitfadens bezüglich der Grundlagen ILS und LSA ist, die Prozesse und Methoden von ILS/LSA im Kontext der S3000L zu verstehen und korrekt zuordnen zu können. Eine gemeinsame Sichtweise von Bundeswehr und potentiellen Auftragnehmern aus der Industrie bezüglich der Ziele, des Umfangs und der Wertigkeit des LSA-Prozesses ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung eines LSA-Prozesses. Dieses gemeinsame Verständnis ist von besonderer Bedeutung aufgrund der unterschiedlichen Rollen von Bundeswehr und Industrie im LSA-Prozess. Die Durchführung der Analysetätigkeiten im Rahmen eines LSA-Prozesses liegt i.d.R. in den Händen der Industrie, währenddessen eine qualifizierte Beurteilung der Analyseergebnisse als Grundlage für sinnvolle Entscheidungen bei der Bundeswehr liegt. Des Weiteren muss die Bundeswehr in der Lage sein, über entsprechende Beauftragung die erforderlichen Leistungen im Rahmen eines LSA-Prozesses von der Industrie einzufordern.

Der Leitfaden zur Anwendung der internationalen Spezifikation S3000L in der Bundeswehr unterstützt die jeweiligen PL beim Aufbau der Erkenntnis- und Beurteilungsfähigkeit für sein Projekt in Bezug auf den Themenkomplex Logistic Support Analysis (LSA). Die Fähigkeit, einen LSA-Prozess von Seiten der Bundeswehr von der Industrie zu fordern und dessen Ergebnisse qualifiziert zu beurteilen, wird durch den Leitfaden nachhaltig unterstützt. In diesem Zusammenhang stellt der Leitfaden eine Ergänzung zu bereits vorliegenden Dokumenten des BAABW dar (siehe Referenzdokumente [5] bis [10]).

2.2. Verknüpfung S3000L und CPM (nov.)

Die Zielsetzung des Leitfadens bezüglich der Verknüpfung der Analyseergebnisse aus dem LSA-Prozess nach S3000L mit den Anforderungen aus dem CPM (nov.) ist, alle Phasen des Beschaffungsprozesses von Wehrmaterial nach CPM (nov.) dahingehend zu analysieren, welche LSA-Analyseergebnisse gemäß S3000L in welcher Phase von der Industrie zu fordern, von der Indust-

rie/Bundeswehr zu nutzen, oder von der Bundeswehr zu bewerten sind. Dabei werden bereits bestehende Erkenntnisse aus dem BAAINBw (siehe [5], [9] und [10]) mit den Inhalten aus der S3000L überlagert und harmonisiert.

Zu den einzelnen CPM-Phasen werden zur Nutzung der LSA-Analyseergebnisse nach S3000L konkrete Vorgehensweisen definiert, welche den/die PL und das IPT bei der Umsetzung der logistischen Forderungen im Rahmen eines Beschaffungsprojekts nach CPM (nov.) wirkungsvoll unterstützen.

2.3. DV-Aspekte und Kern-LSA der Bundeswehr

Die Zielsetzung des Leitfadens bezüglich der DV-Aspekte der S3000L ist die Anwendbarkeit der S3000L im Bereich der Bundeswehr bezüglich Datenhaltung, Datenbewertung und Datenaustausch zu ermöglichen bzw. zu fördern. Dazu wird zuerst das S3000L-Datenmodell (siehe [2], Kapitel 19) und die zugrunde liegenden Modellierungsmethoden erläutert, um DV-Spezialisten/DV-Spezialistinnen der Bundeswehr die Möglichkeit zu geben, die Grundlagen der DV-Aspekte des S3000L-Datenmodells zu verstehen.

In einem weiteren Schritt werden alle Datenelemente der S3000L dahingehend bewertet, ob sie für die Kern-LSA der Bundeswehr relevant sind. Diese Kern-LSA stellt den Mindest-Datenbedarf an LSA-Daten für Beschaffungsprojekte der Bundeswehr dar, welche dem LSA-Typ 2 (Datenbankgestützte Methode zur logistischen Unterstützungsanalyse, DBGMLU, siehe [9]) zugeordnet werden können.

2.4. LSA-Beispiel

Die in Kapitel 5.3 dokumentierte Kern-LSA der Bundeswehr wird durch ein Beispiel veranschaulicht. Das Beispiel auf der Basis eines einfach zu erfassenden Produkts (Mountainbike) enthält alle Datenelemente der Kern-LSA und weitere konditionale oder optionale Datenelemente, die nicht der Kern-LSA der Bundeswehr zugeordnet wurden. Ziel des Beispiels ist dabei, die Daten bzw. Informationen, welche in einem LSA-Prozess erarbeitet werden, besser zu verstehen und in der Gesamtsicht des ILS-Ansatzes der Bundeswehr korrekt einordnen zu können.

3. Der LSA-Prozess nach S3000L

3.1. Einführung

Der Begriff Logistic Support Analysis (LSA) steht für einen Analyseprozess, in welchem strukturiert Informationen zur Definition des Unterstützungssystems und zur Beeinflussung des Produktdesigns aus der Sicht der erforderlichen Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz gesammelt und ausgewertet werden. Zu diesem Zweck kommt in der Industrie eine geeignete Reihe von ingenieurmäßigen und wissenschaftlichen Analyseverfahren zur Anwendung. Diese Analysen werden in verschiedenen fachlichen Bereichen bei der Industrie durchgeführt. Art und Umfang der Analysen richten sich dabei nach den individuellen Anforderungen des Projekts. Die folgende Liste zeigt den potentiellen Gesamtumfang der Analysetätigkeiten nach S3000L:

- Allgemeine oder vorbereitende Analysemethoden
 - Analysis for identification of general LSA needs
[Analyse der Rahmenbedingungen eines LSA-Prozesses](#)
 - Configuration Analysis
[Produktaufbruch und Produktkonfiguration](#)
 - Comparative Analysis
[Vergleich mit bestehenden Produkten und deren Nutzung](#)
 - Human Factors Analysis (HFA)
[Analyse der menschlichen Einflussfaktoren](#)
- Hauptanalysemethoden
 - Reliability Analysis
[Analyse der Zuverlässigkeit](#)
 - Maintainability Analysis
[Analyse der Instandhaltbarkeit](#)
 - Testability Analysis
[Analyse der Prüfbarkeit](#)
 - Software Support Analysis (SSA)
[Analyse zur Softwareunterstützung](#)
 - Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)
[Analyse des Ausfallverhaltens, hierbei sind die verschiedenen Ausprägungen einer FMEA zu berücksichtigen \(siehe Kapitel 3.3.2\)](#)
 - Preventive Maintenance Analysis (PMA)
[Analyse zur Identifikation und permanenten Optimierung der planbaren/vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen](#)
 - Damage Analysis
[Analyse der Anfälligkeit von Produktkomponenten gegen Beschädigungen von außen und damit verbundene Standardverfahren zur Instandsetzung](#)
 - Special Event Analysis
[Analyse zur Identifikation der zu berücksichtigenden Sonderereignisse](#)
 - Operations Analysis
[Analyse zur Identifikation aller Maßnahmen zur Unterstützung des Produkts im Betrieb/Einsatz, dazu gehören z.B. Service-Tätigkeiten im täglichen Betrieb und Maßnahmen aus dem Bereich PHST \(Packaging, Handling, Storage, Transportation\)](#)
 - Maintenance Task Analysis (MTA)
[Analyse der Durchführung einer Maßnahme, inkl. Personal und Material, Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel, Verbrauchsgüter, Infrastruktur, technische Dokumentation und DV-Unterstützung](#)
 - Level of Repair Analysis (LORA)
[Analyse zur Ermittlung der geeigneten Instandhaltungsstufe pro Maßnahme](#)

- Disposal Analysis
Analyse zur Ermittlung der Maßnahmen zur sachgerechten Entsorgung von Material (Komponenten, Chemikalien, Verbrauchsmaterial) in der Nutzungsphase und zur sachgerechten Entsorgung des gesamten Produkts am Ende der Nutzungsphase
- Ergänzende Analysemethoden
 - Obsolescence Analysis
Analyse bzgl. zukünftiger Nicht-Verfügbarkeit von Komponenten und logistischen Ressourcen
 - Life Cycle Cost Analysis (LCCA)
Analyse und Prognose anfallender Kosten über den Lebensweg eines Produkts
 - Simulation of operational scenarios
Simulation eines Nutzungsszenarios, z.B. zur Überprüfung der Eignung eines geplanten Unterstützungssystems
 - Training Needs Analysis (TNA)
Analyse des Ausbildungsbedarfs und der vorzusehenden Ausbildungsart

In den Dokumenten des BAAINBw zum Projektbezogenen Logistischen Konzept (PLK), siehe [5], finden sich weitere Informationen zu den Analysemethoden in [9], Beilage B2 und in [8].

Im Kontext der Zuordnung der Analysetätigkeiten zu den Projektphasen des CPM (nov.) sind die Inhalte der Analysemethoden in Kapitel 4.4.4.3 weiter ausgeführt.

Jede einzelne Analyse trägt einen Baustein zur Identifikation/Beschreibung der erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen und Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz eines Produkts bei. In der Regel werden die Ergebnisse der einzelnen Analysen durch die Industrie in einer Datenbank dokumentiert. Eine solche Datenbank wird meist als LSA-Datenbank oder Product Support Datenbank bezeichnet. Durch die Bereitstellung von Auswertungen/Reports aus der LSA-Datenbank wird die Bundeswehr in allen Phasen eines Projekts bei Entscheidungsfindungen bzgl. des zu realisierenden Unterstützungssystems unterstützt. Ein lesender Zugriff durch die Bundeswehr auf die aktuellen Daten in der LSA-Datenbank ist generell anzustreben.

Im Rahmen des LSA-Prozesses werden nach der Identifikation aller erforderlichen Maßnahmen zur Instandhaltung und zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz die erforderlichen Ressourcen im Rahmen der MTA ermittelt. Dazu gehören:

- Personalbedarf und erforderliche Qualifikation des Personals
- Maßnahmen zur Ausbildung des Personals (Training)
- Technische Dokumentation
- Materialbedarf (Ersatzteile und Mengenverbrauchsgüter)
- Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel
- Infrastruktur und deren Ausstattung
- DV-Unterstützung

Je höher der Anspruch an die Unterstützbarkeit eines Produkts wird, desto höher wird der Aufwand für Entwicklung, Pflege und Änderung des Unterstützungssystems. Die Komponenten des Unterstützungssystems beeinflussen dabei entscheidend die Life Cycle Costs (LCC) und die Eigenschaften bezüglich Zuverlässigkeit, Prüfbarkeit oder Instandhaltbarkeit eines Produkts.

Neben den wirtschaftlichen Überlegungen muss das Unterstützungskonzept auch auf seine technische Anwendbarkeit in der Nutzung untersucht werden. Die technisch komplexen militärischen Produkte der Bundeswehr müssen heute in unterschiedlichsten Einsatzszenarien funktionieren. Infrastrukturelle Gegebenheiten und klimatische Rahmenbedingungen können von den einheimischen,

mitteleuropäischen Bedingungen erheblich abweichen. LSA-Analyseergebnisse sind daher nach Bedarf zu hinterfragen und ggf. an geänderte Rahmenbedingungen anzupassen.

Die Entscheidung, ob ein Industrievorschlag angenommen und umgesetzt wird, liegt bei der Bundeswehr. Einsatzerfahrungen oder vergleichende Untersuchungen an ähnlichen Produkten im Einsatz bei anderen Nutzern sind zu berücksichtigen.

Fazit:

Auf der Basis des LSA-Prozesses wird seitens der Industrie ein Unterstützungskonzept entwickelt und der Bundeswehr vorgeschlagen. Die Bundeswehr bewertet das vorgeschlagene Unterstützungskonzept und entscheidet sich für die aus Bundeswehrsicht optimale Vorgehensweise. Diese wird im PLK dokumentiert und über alle Projektphasen fortgeschrieben.

Ohne LSA-Prozess und ohne LSA-Datenbank, welche die notwendigen Informationen/Daten zur Bewertung und Beurteilung des Unterstützungskonzepts liefert, ist eine qualifizierte Entscheidungsfindung nicht möglich. Ob dabei bei der Bundeswehr der LSA-Typ 1, Reportmethode der Logistischen Unterstützung (RMLU), siehe [9], oder der LSA-Typ 2, Datenbankgestützte Methode zur logistischen Analyse (DBGMLU), siehe [9], angewendet wird, entscheidet der/die PL in Abhängigkeit von der Komplexität und Nutzungsdauer des Produkts. Beide Vorgehensweisen stellen sicher, dass die Industrie die nötigen Grundlageninformationen (in Form von Reports für die Bundeswehr oder in Form einer LSA-Datenbank) zur Entscheidungsfindung bereitstellt. Ein Verzicht auf einen LSA-Prozess birgt erhebliche Risiken bezüglich der Führungsfähigkeit für den/die PL im Rahmen der Beschaffung, Einführung und Nutzung von technisch komplexen und kostenintensiven militärischen Produkten.

3.2. Ziele des LSA-Prozesses

3.2.1. Beeinflussung des Designs

Durch Anwendung des LSA-Prozesses nach S3000L wird der Bundeswehr die Möglichkeit gegeben, sowohl Einfluss auf das Design des Produkts selbst als auch auf die Ausgestaltung des zugehörigen Unterstützungssystems zu nehmen. Dies gilt im Besonderen für die Neuentwicklung von Produkten oder für die Beschaffung von marktverfügbaren Produkten, die für den Einsatz in der Bundeswehr entsprechend angepasst werden müssen.

In die Bewertung der Gesamt-Leistungsfähigkeit eines Produkts fließt in hohem Maße die Unterstützbarkeit des Produkts ein. Durch unzureichende Wartbarkeit, Prüfbarkeit und Zuverlässigkeit oder durch unverhältnismäßig hohen Aufwand für Instandsetzung oder Produktunterstützung im Betrieb/Einsatz kann sich ein im Grunde leistungsfähiges und technisch hochwertiges Produkt für den Einsatz in der Bundeswehr als nur bedingt oder nicht geeignet erweisen. Aus diesem Grund muss bereits in der Analysephase eines Beschaffungsprojekts das anzustrebende Design eines Produkts neben technischen Aspekten auch auf ausreichend gute Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz ausgerichtet sein. Gut begründete Änderungsforderungen, welche zu einer verbesserten Produktunterstützung beitragen, können unter Umständen erhebliche Designänderungen nach sich ziehen.

Anmerkung:

Bei der Beschaffung von Commercial-, Government- and Military-Off-the-Shelf Produkten (CGM-Produkte) oder auch bei der Anpassung/Verbesserung von bereits eingeführten Produkten entsteht oftmals der Eindruck, das Thema Unterstützbarkeit wäre mit der Beschaffung bereits abgedeckt. Eine solche Vorgehensweise birgt erhebliche Risiken. Auch die Beschaffung von CGM-Produkten erfordert eine analytische Vorgehensweise, denn Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz ist auch für diese Art von Produkten unerlässlich. Eine Einflussnahme auf das Design von bereits marktverfügbaren Produkten ist i.d.R. nicht möglich, trotzdem ist die Ausgestaltung des zugehörigen Unterstützungssystems bei der Beschaffung von CGM-Produkten mit Hilfe der Analysemethoden eines LSA-Prozesses zu identifizieren. Verbindliche Herstellervorgaben sind dabei im Entscheidungsprozess entsprechend zu berücksichtigen.

Über Analysen im Bereich des Support Engineerings (siehe auch Kapitel 3.3) kann sowohl Einfluss auf das Produktdesign selbst, als auch auf die Ausgestaltung des Unterstützungssystems genommen werden, immer mit dem Ziel, ein optimal unterstützbares Produkt zu entwickeln. Je umfassender Analysen des Support Engineerings den Entwicklungsprozess begleiten, desto größer ist die Einflussmöglichkeit auf das Produktdesign. Die Durchführung solcher Analysen ist daher durch die Bundeswehr von der Industrie einzufordern und entsprechend zu beauftragen.

Im Rahmen des LSA-Prozesses werden verschiedene Aspekte analysiert, die Einfluss auf das Design des Produkts selbst und auf das zugehörige Unterstützungssystem haben können. Dazu gehören:

- Verfügbarkeit (Availability)
- Zuverlässigkeit (Reliability)
- Instandhaltbarkeit (Maintainability)
- Prüfbarkeit (Testability)
- Festlegung von Annahmen oder Spezifikation von zu erreichenden technisch funktionalen Leistungswerten (im weiteren Dokument als Key Performance Indicator ⇒ KPI bezeichnet)
- Nutzbarkeit von standardisierten Komponenten
- Austauschbarkeit
- Umweltschutzvorschriften und gesetzliche Vorgaben
- Menschliche Faktoren / Ergonomie bzw. Sicherheit am Arbeitsplatz
- Obsoleszenz-Risiken
- Wirtschaftlichkeit

Anmerkung:

Eine direkte Einflussnahme auf rein technische Aspekte (z.B. rein technische KPIs wie Höchstgeschwindigkeit oder Gewicht) ist von Seiten des Support Engineerings nicht vorgesehen. Dies wird in technisch geprägten Vereinbarungen (z.B. Entwicklungsverträge) und durch die Dokumentation der technischen Forderungen in entsprechenden Spezifikationen (z.B. Waffensystem-Spezifikation) festgelegt. Wenn Design-Änderungen, die von Seiten des Support Engineerings gefordert werden, technischen Spezifikationen widersprechen, so muss abgewogen werden, welche Aspekte die höhere Bedeutsamkeit für Betrieb/Einsatz haben oder ob das gewählte Produkt generell geeignet ist.

3.2.2. Logistische Strategie

In der logistischen Strategie werden die übergeordneten Rahmenbedingungen für die Instandhaltung und für die Unterstützung im Betrieb/Einsatz des zu beschaffenden Produkts festgelegt. In der S3000L wird die Festlegung einer logistischen Strategie (in der S3000L als „Support Strategy“ bezeichnet) durch den späteren Nutzer (hier Bundeswehr) als unverzichtbare Basisinformation für den späteren Auftragnehmer gefordert. In der Bundeswehr ist die Festlegung einer produktbezogenen logistischen Strategie gefordert und in [5], Kapitel 2, beschrieben.

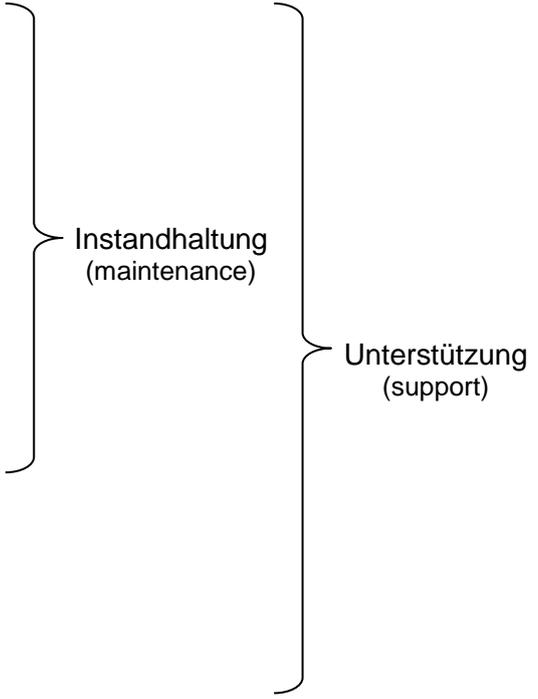
In den Festlegungen einer logistischen Strategie werden noch keine Detailentscheidungen getroffen, sondern lediglich der Entscheidungsspielraum bezüglich der zu planenden Produktunterstützung projektspezifisch eingeschränkt. Die folgende Aufzählung zeigt einige Beispiele, welche Aspekte Inhalt einer logistischen Strategie sein können:

- Alle elektronischen Geräte, die in einem bestimmten Waffensystem verbaut sind, sind generell durch die Industrie instand zu setzen

- Industriepersonal ist im Friedensbetrieb für die Instandsetzung am Heimatstandort mit einzubeziehen. Im Einsatzfall ist die erforderliche Instandsetzung im Einsatzgebiet ausschließlich durch Personal der Bundeswehr sicherzustellen.
- Ersatzteilbevorratung findet soweit möglich in Lagereinrichtungen der Bundeswehr statt. Dabei muss eine ausreichende Kreislaufreserve an den Standorten gewährleistet sein, um den geregelten Übungsbetrieb im Frieden sicherstellen.
- Im eigenen Land sind 2 Depot-Instandsetzungseinrichtungen vorzusehen
- Es ist ein 2-stufiges Instandhaltungskonzept vorzusehen (Gerätetausch im Verband, Geräteinstandsetzung grundsätzlich in der Industrie)

3.2.3. Instandhaltungskonzept und Unterstützung im Betrieb/Einsatz

In Abhängigkeit vom geplanten Nutzungsszenario und von der logistischen Strategie muss ein Instandhaltungskonzept (in der S3000L als „Maintenance Concept“ bezeichnet) für jedes Produkt festgelegt werden. Neben der Instandhaltung muss auch die Unterstützung des Produkts im Betrieb/Einsatz (in der S3000L als „Operations Support“ bezeichnet) berücksichtigt werden. Damit ergibt sich die Gesamtheit der erforderlichen Maßnahmen im Rahmen der Instandhaltung und der Unterstützung im Betrieb/Einsatz wie folgt:

- **Vorbeugende Maßnahmen (präventiv)**
Diese Maßnahmen werden i.d.R. geplant mit festgelegten Intervallen zur Vermeidung von kritischen Situationen in der Nutzung (Wartung) oder nach Sonderereignissen (z.B. Blitzschlag) zur Sicherstellung der weiteren Verwendbarkeit des Produkts durchgeführt.
 - **Instandsetzungsmaßnahmen (korrektiv)**
Diese Maßnahmen werden bei Bedarf durchgeführt, wenn der Sollzustand eines Produkts durch einen Fehler, durch Verschleiß oder durch Beschädigung nicht mehr besteht und z.B. durch eine Reparaturmaßnahme wieder hergestellt wird (Instandsetzung).
 - **Unterstützungsmaßnahmen im Betrieb/Einsatz**
Diese Maßnahmen werden zur Unterstützung des Betriebs durchgeführt. Darunter fallen z.B. einfache Service-Tätigkeiten (z.B. Nachfüllen von Betriebsstoffen) und Maßnahmen aus dem Bereich PHST (Packaging, Handling, Storage, Transportation).
- 

Alle oben angeführten Maßnahmen werden im Laufe des LSA-Prozesses als erforderlich identifiziert. In der S3000L entspricht dies der Ermittlung der sog. Task Requirements. Die Gesamtheit dieser Task Requirements ist für die Bundeswehr eine wesentliche Grundlage für die Ausplanung der Projektelemente Logistik, Personal/Ausbildung, Arbeitssicherheit, Ergonomie, Umweltschutz, IT-Sicherheit, Verkehrssicherheit (einschließlich Flugsicherheit) und Infrastrukturmaßnahmen.

Anmerkung:

In der S3000L (siehe [2]) wird der Begriff „Maintenance Concept“ verwendet. Der Begriff ist nicht ausreichend weit gefasst, denn die Unterstützung im Einsatz/Betrieb fällt nicht unter diesen Begriff. Ein besserer Begriff wäre „Support Concept“. Dies entspricht auch den Begriffen „logistische Unterstützung“ bzw. „Unterstützbarkeit“, welche bei der Bundeswehr eingeführt sind (siehe [5], [8] und [9]). Erst alle Maßnahmen aus Instandhaltung (= Instandsetzung, Wartung und vorbeugende Maßnahmen nach Sonderereignissen) plus der Maßnah-

men zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz ergeben die Gesamtheit der Maßnahmen des Unterstützungskonzepts.

Ein besonderer Aspekt im Bereich der Instandhaltung ist die Festlegung der erforderlichen präventiven Maßnahmen. Die Rechtfertigung solcher präventiver Maßnahmen liegt in den Forderungen nach Sicherheit im Betrieb, Sicherstellung der Nutzung bzw. der Missionsfähigkeit, Vermeidung von erheblichen wirtschaftlichen Schäden und in der Einhaltung von Vorschriften (z.B. Gesetz, Umweltschutzbestimmungen, Herstellervorgaben). So soll z.B. durch eine rechtzeitige Inspektion oder durch den vorbeugenden Austausch einer Komponente ein Ausfall im Betrieb mit verhängnisvollen Folgen (z.B. Personenschaden) verhindert werden. Die Analysemethoden zur Ermittlung der präventiven Maßnahmen sind z.B. in der ASD-Spezifikation S4000P, siehe [3], beschrieben.

Die Forderungen nach Sicherheit im Betrieb auf der einen Seite und nach Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite müssen früh im Projekt berücksichtigt werden, denn sie beeinflussen u.a. die geforderte Prüffähigkeit eines Produkts. Eine Komponente, die präventiv gewechselt wird, benötigt ggf. keine aufwändige permanente Zustandsüberwachung, was den Entwicklungsaufwand für das Produkt selbst reduziert. Ähnliches gilt für die Bereitstellung von Sonderwerkzeug und Prüfgerät. Wenn eine ausgetauschte Komponente beim Hersteller selbst instandgesetzt wird oder nach Austausch ausgesondert wird, so ist die Beschaffung von Sonderwerkzeug und Prüfgerät für den Nutzer nicht erforderlich. Darüber hinaus ist die Ausbildung von militärischem Fachpersonal zu berücksichtigen. Je tiefer der Zerlegungsgrad und je komplexer eine Tätigkeit ist, desto umfangreicher muss Personal aus- und weitergebildet werden. Zudem ist hochqualifiziertes Personal kostenintensiver als Hilfspersonal, welches lediglich einfache Instandhaltungstätigkeiten durchführt.

Art und Dauer der Nutzung sowie die Einsatzumgebung hat erheblichen Einfluss auf die Verwendbarkeit eines Produkts und auf die Festlegung der Unterstützungsmaßnahmen. Besondere Einsatzrahmenbedingungen (z.B. extremes Klima, Einsatz im Küstenbereich oder langer Einsatz auf hoher See) beeinflussen das Ausfallverhalten eines Produkts. Verwendbarkeit von Sonderwerkzeug und Prüfgerät in unterschiedlichen klimatischen Umgebungen ist ebenfalls zu berücksichtigen. Optoelektronische Testgeräte beispielsweise, die nur unter Laborbedingungen zuverlässig funktionieren, sind für den Einsatz in der Wüste denkbar ungeeignet.

Ein weiterer Aspekt, der die Gestaltung eines Instandhaltungskonzepts beeinflusst, sind unterschiedliche nationale Rahmenbedingungen. Während in einigen Ländern eine stärkere Einbindung der nationalen Industrie gewünscht ist, wollen andere Länder genau das Gegenteil und verweisen auf den Erhalt eigenständiger Instandhaltungskompetenzen. Hier spielen also weder sicherheitsrelevante oder wirtschaftliche Aspekte eine Rolle, sondern grundlegende politische Überlegungen.

Ein letzter Gesichtspunkt sind rechtlichen Vorgaben, die den Einsatz von zivilem Instandhaltungspersonal in Krisengebieten verhindern (Stichwort Kombattanten-Status). Hier ist abzuwägen, wie tief die Ausbildung des eigenen militärischen Instandhaltungspersonals gehen muss, um eine qualitativ hochwertige Instandhaltung im Einsatzgebiet sicherzustellen.

3.2.4. Aufbau einer LSA-Datenbank

3.2.4.1. Produktaufbruch und Produktkonfiguration

Eine hierarchische Produktstruktur ist zur Durchführung eines LSA-Prozesses eine zwingende Grundlage. Ein zu analysierendes Produkt muss eindeutig gegliedert sein in:

- Funktionale Komponenten: Systeme und Subsysteme (u.U. mehrere Hierarchieebenen je nach Größe des zu analysierenden Systems)
- Physikalische Komponenten: Hardware und Software

Für verschiedene Analyse- oder Dokumentationszwecke können unterschiedliche Aufbruchsmethoden angewendet werden. In vielen Projekten ist es üblich, einen vom Design/Engineering getriebenen Produktaufbruch zu pflegen. Dieser wird in der Regel in einem Produktdaten-Management-

system (PDM-System) abgebildet. Dort findet sich z.B. über entsprechende CAD-Zeichnungssätze und zugehörige Stücklisten eine erste Struktur des Produkts, die jedoch meist von produktionsbedingten Anforderungen beeinflusst wird. Das gleiche Produkt hat oftmals parallel einen „logistischen“ Produktaufbruch. Verschiedene, parallel gepflegte Produktaufbrüche für verschiedene Zwecke können zu Unstimmigkeiten zwischen den Produktaufbrüchen führen und damit die Kommunikation zwischen verschiedenen Disziplinen erschweren. Die Methode des Produktaufbruchs für den LSA-Prozess muss daher sorgfältig ausgewählt und dokumentiert werden. Die Abstimmung und weitest gehende Harmonisierung mit dem Design/Engineering, mit dem Support Engineering als auch mit den ILS-Elementen ist unbedingt anzustreben.

In der S3000L werden verschiedene Methoden zum Aufbau eines hierarchischen Produktaufbruchs beschrieben. Im Vergleich zu Methoden aus früheren Spezifikationen/Standards bietet die S3000L erweiterte und verbesserte Funktionalität und Flexibilität. DV-technisch begründete Einschränkungen bezüglich der Kodierung von Aufbruchselementen und der Festlegung von Parent/Child-Beziehungen über die Hierarchieebenen des Produktaufbruchs sind in der S3000L nicht mehr gegeben.

Anmerkung:

In LSA-Projekten der Bundeswehr ist i.d.R. eine Mischung aus funktionalem/physikalischem Aufbruch (Hybrid-Aufbruch) zu verwenden. Dies ergibt sich zum einen aus den Anforderungen an den Produktaufbruch aus den Analysedisziplinen, zum anderen aus den Forderungen nach Harmonisierung mit anderen ILS-Elementen, besonders mit der technischen Dokumentation.

In früheren Projekten der Bundeswehr wurde u.a. ein sog. Geräteaufbruchplan (GAPL) erstellt. Die Vorgehensweise war der eines strukturierten logistischen Produktaufbruchs nach S3000L bereits ähnlich. In neuen Projekten wird die Methodik nach S3000L empfohlen. Diese Methodik bietet im Vergleich zu früheren Standards (z.B. MIL-STD 1388-2B) eine deutlich höhere Flexibilität beim Aufbau eines Produktaufbruchs. So lässt sie z.B. auch die Vorgehensweise nach GAPL nach wie vor zu (falls gefordert).

3.2.4.2. Task Requirements

Jede Maßnahme, die im Rahmen der Instandhaltung und der Unterstützung im Betrieb/Einsatz durchgeführt werden muss, ist entsprechend zu begründen. Eine Maßnahme wird in der S3000L als „Task“ bezeichnet, die Begründung für die Durchführung eines Tasks wird als „Task Requirement“ bezeichnet. Task Requirements sind i.d.R. Ereignisse (Events), die bei Eintreten des Ereignisses eine entsprechende Reaktion (also die Durchführung einer Maßnahme) erfordern. Beispiele für solche Ereignisse sind:

- Auftreten eines Fehlers, der zu einer reduzierten Einsatzfähigkeit eines Produkts führt
- Beschädigung eines Geräts durch falsche Handhabung oder Einfluss von außen
- Eintreten eines Sonderereignisses (z.B. Blitzschlag oder harte Landung eines Luftfahrzeugs)
- Erreichen einer Frist, die eine vorbeugende Maßnahme nach sich zieht
- Notwendigkeit der Unterstützung im Betrieb (z.B. Transport eines Fahrzeugs in einem Transportflugzeug)

Die konsequente Verknüpfung der Tasks mit den zugehörigen Task Requirements in der LSA-Datenbank stellt sicher, dass alle denkbaren Task Requirements mit einer entsprechenden Maßnahme „behooben“ werden. Man spricht daher in der S3000L von „rectifying tasks“ (to rectify = beheben). Des Weiteren ermöglichen Daten, die im Zusammenhang mit den Task Requirements erfasst werden (z.B. Fehlerhäufigkeit, Werte für Fristen und Intervalle, statistische Werte für die Häufigkeit von Sonderereignissen oder Beschädigungen) eine weiterführende Auswertung der LSA-Daten, z.B. bezüglich der zu erwartenden Häufigkeit der Durchführung einer Maßnahme.

3.2.4.3. Methoden zur Beschreibung einer Maßnahme

Die detaillierte Beschreibung der Durchführung einer Maßnahme findet sich in der technischen Dokumentation. Zur Erstellung der technischen Dokumentation ist der Autor/die Autorin auf die Analyseergebnisse des LSA-Prozesses angewiesen. In der LSA-Datenbank sind für das betrachtete Produkt alle Maßnahmen zur Instandhaltung und zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz dokumentiert.

Eine Maßnahme muss logisch strukturiert sein. Dazu gehört:

- Reihenfolge und Dauer der einzelnen Arbeitsschritte
- Ausweisung paralleler Tätigkeiten
- Ausweisung der Abhängigkeit von Arbeitsschritten untereinander

Die Beschreibung der Maßnahmen in der LSA-Datenbank sollte kurz und knapp gehalten werden. Zur Reduzierung des Arbeitsaufwands ist darauf zu achten, dass bereits beschriebene Maßnahmen, welche wiederholt auch im Zusammenhang mit anderen Tätigkeiten durchgeführt werden müssen, nur einmal in der LSA-Datenbank beschrieben werden. Bei Bedarf kann dann auf bereits bestehende Maßnahmen immer wieder verwiesen werden. Dieses Konzept des Referenzierens auf bereits bestehende Daten findet sich sowohl in der S3000L als auch in der S1000D zur Erstellung von technischer Dokumentation.

3.2.4.4. Maintenance Task Analysis

Nach der Strukturierung einer Maßnahme in ihre Arbeitsschritte inkl. deren Beschreibung (siehe auch Kapitel 9.3) erfolgt im Rahmen der Maintenance Task Analysis (MTA) die weitere Detaillierung der Maßnahme. Dazu gehören als wichtigste Elemente:

- Ermittlung des erforderlichen Personals zur Durchführung der Tätigkeit
- Ermittlung der erforderlichen Qualifikation des Personals und damit Bestimmung des Ausbildungsbedarfs
- Ermittlung der erforderlichen Ersatzteile und der Mengenverbrauchsgüter
- Ermittlung der erforderlichen Standardwerkzeuge, Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel
- Ermittlung der erforderlichen Infrastruktur und deren Ausstattung mit Standardwerkzeugen, Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmittel
- Ermittlung/Abschätzung von Zeiten für die Durchführung von Maßnahmen
- Ermittlung/Abschätzung der Häufigkeit von Maßnahmen auf der Basis von zugrunde liegenden Zuverlässigkeitsdaten
- Definition von erforderlichen Warnhinweisen (Warnings, Cautions and Notes) zur Unfallvermeidung
- Ermittlung der erforderlichen DV-Unterstützung (Hardware und Software zur Unterstützung von Instandhaltung und Betrieb eines Produkts)

3.2.5. Zertifizierung / Qualifizierung

Das Instandhaltungskonzept und die Unterstützbarkeit eines Produkts im Betrieb/Einsatz sind sowohl für die Zertifizierung (Zulassung durch zuständige Behörden/Ämter) als auch für die Qualifizierung (Abnahme durch die Bundeswehr/Nutzer) eines Produkts von zentraler Bedeutung.

Ein Nachweis der Leistungsfähigkeit (Qualifizierung) als auch ein Nachweis der Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften (Zertifizierung) muss neben den technischen Parametern auch den Bereich der Produktunterstützung umfassen. Verschiedenste Anforderungen aus dem Bereich der Produkt-

unterstützung wie z.B. Wartbarkeit, Prüfbarkeit, Zuverlässigkeit, Kompatibilität von Sonderwerkzeug oder passiver und aktiver Transportfähigkeit können sowohl relevant für die Qualifizierung als auch für die Zertifizierung eines Produkts sein.

Methoden zur Nachweisführung sind z.B. Demonstration, Inspektion, Test oder Analyse. Die Ergebnisse dieser Nachweise können in einer LSA-Datenbank gespeichert werden und ggf. zur Anpassung eines vorgeschlagenen Instandhaltungskonzepts herangezogen werden.

3.2.5.1. Zertifizierung (Zulassung)

Als Zertifizierung (oder auch Zulassung) bezeichnet man nach S3000L die offizielle Bestätigung einer zertifizierungsberechtigten Organisation (national oder international), dass ein Produkt Normen-konform entwickelt wurde und den rechtlichen Anforderungen von Seiten des Gesetzgebers entspricht. Die Zertifizierung wird von einer unabhängigen und akkreditierten Organisation (Behörde, Amt) vorgenommen. Wie die Nachweisführung zu erfolgen hat, liegt im Ermessen der jeweiligen Organisation. Es muss bereits zu Beginn eines Projekts geklärt werden, welche Anforderungen für eine erfolgreiche Zertifizierung zum Betrieb eines Produkts erfüllt werden müssen, wie z.B. die Vorschriften für den Betrieb eines Luftfahrzeugs aus dem Bereich des Luftfahrtbundesamts (LBA) und des Luftfahrtamts der Bundeswehr (LufABw) oder die Richtlinien des DNV GL¹ für die Ausstellung von Klassifizierungszertifikaten für Schiffe. Alle Anforderungen für eine erfolgreiche Zertifizierung von zulassungsrelevanten Produkten müssen bei den PL bei der Bundeswehr als auch bei den potentiellen Auftragnehmern auf Industrieseite gleichermaßen bekannt sein.

Nachdem die Zertifizierung ein entscheidender Schritt für die Inbetriebnahme und den fortwährenden Betrieb eines Produkts ist, muss darauf geachtet werden, dass Elemente aus dem Bereich der Produktunterstützung, die für eine Zulassung relevant sind, termingerecht und vollständig zur Verfügung stehen und im Produktlebenszyklus permanent überwacht werden. Alle zulassungsrelevanten Dokumente und Liefergegenstände sind mit besonderer Sorgfalt zu erstellen und zu pflegen. Bei technischen Änderungen am Produkt bzw. am Unterstützungssystem müssen alle zulassungsrelevanten Aspekte erneut geprüft und bei Bedarf angepasst werden:

- Technische Dokumentation muss inhaltlich immer auf dem aktuellen Stand sein
- Die planbaren Instandhaltungsmaßnahmen müssen bei technischen Änderungen hinterfragt werden und ggf. das Unterstützungskonzept angepasst werden
- Technische Änderungen, die ggf. Änderungen an zulassungsrelevantem Sonderwerkzeugen und Prüfgeräten nach sich ziehen, müssen entsprechend umgesetzt und ggf. neu zertifiziert werden
- Tätigkeiten im Rahmen der Nachprüfung müssen überprüft und ggf. angepasst werden

3.2.5.2. Qualifizierung (Abnahme durch die Bundeswehr)

Als Qualifizierung (oder auch Abnahme) bezeichnet man nach S3000L einen formellen Nachweis der Erfüllung der technischen Anforderungen des späteren Nutzers (hier die Bundeswehr). Hier wird im Gegensatz zur Zertifizierung das Augenmerk nicht auf die Erfüllung einer Norm, eines Gesetzes oder einer technischen Richtlinie gelegt, sondern es wird geprüft, ob das entwickelte Produkt die spezifizierten technischen und logistischen Anforderungen der Bundeswehr erfüllt. Der Abschluss einer Qualifizierung erfolgt durch die amtsseitige Abnahme.

Bei der Bundeswehr erfolgt die Qualifizierung im Rahmen der integrierten Nachweisführung inkl. der Einsatzprüfung. Instandhaltungskonzept und Unterstützung im Betrieb/Einsatz sind dabei relevante Bestandteile der integrierten Nachweisführung bzw. der technisch-logistischen Anteile der Einsatzprüfung (siehe auch [5], Kapitel 4.2 bzw. [8], Kapitel 13).

¹ Die Gesellschaft DNV GL ist im Jahr 2013 durch einen Zusammenschluss der zwei führenden Klassifikationsgesellschaften Det Norske Veritas (Norwegen) und Germanischer Lloyd (Deutschland) entstanden.

Die Bewertung der Elemente des Instandhaltungskonzepts und Unterstützung im Betrieb/Einsatz im Rahmen der integrierten Nachweisführung sind in enger Abstimmung mit den industriellen Partnern/Auftragnehmern frühzeitig zu planen. Die Abnahmekriterien für die erfolgreiche Qualifizierung sind im Detail festzulegen. Erforderliche Demonstrationen (z.B. Demonstration von bestimmten Instandhaltungs- oder Instandsetzungstätigkeiten und der damit verbundene Nachweis der Durchführbarkeit) sind im Rahmen der Einsatzprüfung einzuplanen.

Theoretische Nachweise aus Datenbeständen der Industrie (z.B. Auswertungen aus einer LSA-Datenbank) sind im Detail zu spezifizieren. Dazu gehört:

- Definition der zugrunde liegenden mathematischen Formeln
- Definition des Umfangs der zu verwendenden Daten
- Definition der geforderten KPIs inklusive der zulässigen Toleranzen, z.B.:
 - Spezifizierte maximal tolerierte Instandsetzungsdauer (Maximum Time to Repair, MaxTTR), kombiniert mit einem prozentualen Anteil an Reparaturen, welche diesen Wert (MaxTTR) erreichen müssen
 - Spezifizierte maximal tolerierte Dauer für einen Rollenwechsel (role change)
 - Spezifizierter maximal tolerierter Instandhaltungsaufwand, z.B. definiert über den Wert Mannstunden/Betriebsstunde (Maintenance Man Hours per Operating Hours, MMH/OH)
 - Spezifizierte maximal tolerierte Fehlerhäufigkeit pro Betriebsstunde (Failures per Operating Hours)
 - Spezifizierte minimal geforderte Verfügbarkeit
- Festlegen eines Nachweisprozesses, um frühzeitig Tendenzen zu erkennen und damit Risiken minimieren zu können
- Festlegen von Maßnahmen, falls das Risiko besteht, dass theoretische Nachweise nicht erfolgreich sind

3.2.6. Verknüpfung der LSA mit Life Cycle Cost Management

Der LSA-Prozess nach S3000L liefert Daten/Informationen, mit denen die Analyse der zu erwartenden Betriebskosten effektiv unterstützt werden kann. In der S3000L finden sich daher im Kapitel 14 Hinweise auf die Unterstützung einer sog. Life Cycle Cost Analysis (LCCA) durch die Inhalte einer LSA-Datenbank.

3.2.6.1. Life Cycle Cost Management bei der Bundeswehr

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit bzgl. Beschaffung und Nutzung eines Produkts werden im Rahmen des Life Cycle Cost Managements (LCCM) bei der Bundeswehr Life Cycle Cost Analysen (LCCA) durchgeführt. Als LCC werden dabei alle Ausgaben bezeichnet, die über den gesamten Lebensweg eines Produkts entstehen und einem der relevanten Kostenelemente (siehe [12], Kapitel 3.2) zugeordnet werden können.

Die LCC gliedern sich grob in Beschaffungskosten, Folgekosten für Einsatz/Betrieb und die Kosten für Verwertung/Entsorgung. Die Beschaffungskosten (inkl. Entwicklungskosten) von technisch komplexen und langlebigen Produkten (und damit in hohem Maße auch für Wehrmaterial) sind erfahrungsgemäß geringer (z.T. erheblich geringer) als die Folgekosten für Einsatz/Betrieb.

Die nachfolgende Abbildung zeigt anhand des Eisberg-Modells den Zusammenhang zwischen Beschaffungskosten und Kosten für die spätere Nutzung und die Produktunterstützung.

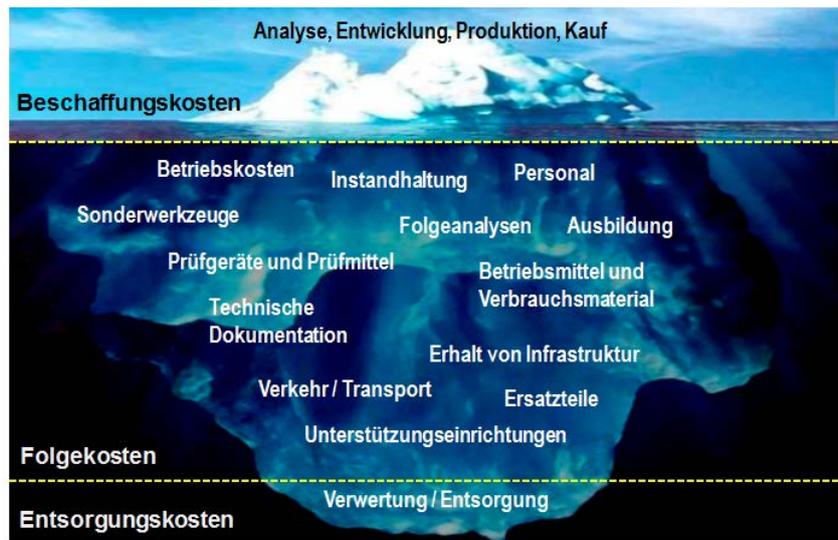


Abbildung 1: Eisberg-Effekt der Product Support Costs (PSC)

Aus diesem Grund müssen die Kosten für Betrieb und Produktunterstützung von Beginn eines Beschaffungsprojekts sorgfältig analysiert werden.

Um alle Phasen im Lebensweg von Produkten zu berücksichtigen, müssen Kosten für Analysen, Projektierung, Einführung, Nutzung, Aussonderung und Verwertung im LCCM berücksichtigt werden. Dazu gehören u.a.:

- Ausgaben für Analysetätigkeiten über den gesamten Lebenszyklus, z.B. RAMTS-Analysen (siehe auch Kapitel 3.3), LSA, LCCM, Obsoleszenz-Analysen, In-Service Maintenance Optimization (ISMO, siehe [3], Kapitel 3) und Umweltverträglichkeitsanalysen
- Ausgaben für die Beschaffung von Geräten, Systemen, Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten, Prüfmittel
- Ausgaben für technische Änderungen im Lebenszyklus des Produkts
- Ausgaben für Personal und Ausbildung (Erst- und Regenerationsausbildung)
- Ausgaben für ET-Erstbedarf und ET-Folgebedarf
- Ausgaben für Betriebsmittel und Massenverbrauchsgüter
- Ausgaben für Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz
- Ausgaben für Verwertung, Demilitarisierung und Entsorgung
- Ausgaben für den Bau und Erhalt von Infrastruktur (evtl. auch Mietkosten)

Abhängig vom jeweiligen Produkt können weitere Kostenfaktoren hinzukommen.

LCCM-Methoden umfassen die strukturierte und systematische Schätzung, Planung und Erhebung von LCC über alle Projektphasen. Nur durch eine kontinuierliche Erfassung aller relevanten Kostenelemente ist eine realistische Ressourcen- und Budgetplanung möglich.

Anmerkung:

Bei der Bundeswehr ist LCCM ein eingeführtes Verfahren zur Kostenkontrolle. Die aktuelle Vorschrift dazu ist die ZDv A-1510/1 (siehe [12]). In dieser Vorschrift werden u.a. die Ziele und Analysegegenstände des LCCM, ein generisches Rechenschema (basierend auf den CPM-Projektelementen, siehe Kapitel 4.1.4), die Einordnung von LCCM in den integrierten Planungsprozess (IPP) der Bundeswehr und die Verantwortlichkeiten für das LCCM beschrieben.

3.2.6.2. LSA und LCCM

Vorrangiges Ziel des LCCM bei der Bundeswehr ist die wirtschaftlich ausgewogenste Lösung hinsichtlich Beschaffung, Nutzung, Produktunterstützung und Verwertung/Entsorgung zu identifizieren. In den LSA-Daten finden sich für das LCCM relevante Informationen. Der wichtigste Aspekt dabei ist die Definition des Instandhaltungskonzepts mit allen Instandsetzungs- und Wartungsmaßnahmen als auch allen Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz inklusive aller erforderlichen Ressourcen. Kombiniert mit dokumentierten Zuverlässigkeitsdaten (z.B. Ausfallverhalten, siehe Kapitel 3.3.3 und mittlere Instandsetzungsdauer, siehe Kapitel 3.3.1) liefern diese Daten wichtige Eingangsgrößen zur Berücksichtigung der Folgekosten aus Instandhaltung und Unterstützung im Einsatz/Betrieb (siehe Abbildung 1) in einer LCCA.

Anmerkung:

Weitere Informationen bzgl. der Nutzung von LSA-Daten für LCCA-Zwecke finden sich auch in [9], Beilage C.

3.2.7. Lebenszeitbegleitende Optimierung des Unterstützungssystems

Entwicklungszyklen für Produkte, in denen neue Technologien zum Einsatz kommen, haben sich in den letzten 50 Jahren erheblich reduziert. Während eine Produktentwicklung zum Ende des 19. Jahrhunderts noch durchschnittlich ca. 40 Jahre dauerte (z.B. Elektrizität, Auto), betrug die Entwicklungsdauer Mitte der 70er Jahre des 20. Jahrhunderts nur noch knapp 17 Jahre (z.B. Internet, Handy), obwohl die neu entwickelten Produkte im Laufe der Zeit weitaus komplexer geworden sind.

Nur wenige Produkte entstehen in einer Art Urknall. Oftmals werden bestehende Produkte schrittweise immer weiter verbessert und neuen Anforderungen angepasst. Die Lebensdauer eines Produkts hat sich deutlich verlängert (nicht selten 30 Jahre und länger) und unterliegt damit über die gesamte Lebensdauer einer zunehmenden Unsicherheit, z.B. aufgrund von Obsoleszenz. Dazu kommt, dass die meisten Produkte nicht für sich alleine stehen, sondern in einem Systemverbund mit anderen Produkten betrieben werden. Änderungen an einem Produkt in einem Systemverbund können sich auch auf andere Produkte im Systemverbund auswirken. Zudem hat jedes Produkt für sich eine andere Lebensdauer. Daher muss die Wechselwirkung zwischen einzelnen Produkten über den gesamten Lebenszyklus berücksichtigt werden.

Noch entscheidender ist die Tatsache, dass sich die ursprünglichen Anforderungen an ein Produkt ständig ändern können. Zum einen sind bei neu entwickelten Produkten die Anforderungen für gewöhnlich noch nicht ganz klar definiert, zum anderen ändern sich z.B. die Einsatzbedingungen, die Umweltbedingungen oder die rechtlichen Vorgaben im Laufe eines Produktlebens mehrfach. Dies führt zwangsläufig zu Anpassungen eines Produkts oder sogar zur endgültigen Aussonderung mit anschließender Entwicklung eines neuen Produkts, welches den geänderten Bedingungen gerecht wird. Um die Kosten für den Betrieb eines Produkts zu kontrollieren, sollten aussagekräftige Daten aus der Nutzung kontinuierlich überwacht und ausgewertet werden. So lassen sich Schwachstellen des Produkts rechtzeitig erkennen und das Produkt kann entsprechend angepasst werden. Befindet sich ein Produkt noch in der Entwicklung, so kann eine frühzeitige Anpassung an geänderte Rahmenbedingungen die Entwicklungskosten erheblich reduzieren.

Das gleiche Prinzip gilt für das Unterstützungssystem, dessen Einsatztauglichkeit kontinuierlich überwacht und ausgewertet werden sollte. Änderungen am zu unterstützenden Produkt führen meist auch zu Änderungen am Unterstützungssystem. Die LSA-Datenbank liefert dazu die logistischen Basis-Informationen. Diese müssen mit den Nutzungsdaten verglichen werden und ggf. muss das Instandhaltungskonzept in der LSA-Datenbank entsprechend überarbeitet werden. Anschließend werden im Rahmen des ILS-Prozesses, basierend auf den angepassten LSA-Daten, die ILS-Endprodukte ebenfalls angepasst. Der LSA-Prozess ist somit nicht nur während der Entwicklung eine wichtige, zentrale Informationsquelle, sondern liefert als Steuerinstrument auch die erforderlichen Basisinformationen für einen dauerhaft effizienten und kostengünstigen Betrieb in der Nutzungsphase.

Anmerkung:

Als ILS-Endprodukte bezeichnet man die Liefergegenstände des ILS-Prozesses. Dazu gehören die Lieferung und Pflege einer technischen Dokumentation (inkl. des bebilderten Teilekatalogs), der Aufbau einer Ersatzteilversorgung (inkl. der Erarbeitung der Materialstammdaten), die Lieferung aller erforderlichen Sonderwerkzeuge und Prüfmittel, die Identifikation und Durchführung der erforderlichen Ausbildung für das vorgesehene Personal (inkl. der Ermittlung der erforderlichen Personalstärke), Aufbau der erforderlichen Infrastruktur und Beschaffung der erforderlichen DV-Systeme (Hardware und Software) für die DV-Unterstützung.

3.3. Schnittstellen des LSA-Prozesses zum Support Engineering

Im Bereich des Support Engineerings werden die technisch/logistischen Analysen zur Beurteilung des Designs nach den Gesichtspunkten der Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz durchgeführt. Dabei wird vorwiegend auf die Aspekte Zuverlässigkeit (**R**eliability), Wartbarkeit (**M**aintainability) und Prüfbarkeit (**T**estability) geachtet. Daher findet sich oft die Bezeichnung RM&T. Werden noch weitere Aspekte mit einbezogen wie z.B. Sicherheit (**S**afety, mehr im Engineering angesiedelt) und Verfügbarkeit (**A**vailability), so spricht man auch des Öfteren von RAMT- bzw. RAMTS-Analysen.

3.3.1. Wartbarkeit (**Maintainability**)

Wartbarkeitsanalysen beschäftigen sich mit der Unterstützbarkeit eines Produkts. Sie werden in der Industrie i.d.R. im Bereich des Support Engineerings als entwicklungsbegleitende Tätigkeit durchgeführt. Sie sind durch die Bundeswehr von der Industrie einzufordern und die Ergebnisse sind ggf. im Rahmen einer Einsatzprüfung zu verifizieren. Im Rahmen der Wartbarkeitsuntersuchungen werden folgende Aspekte analysiert:

- Analyse des Designs bzgl. Zugänglichkeit und sinnvoller Gestaltung von Einbauräumen im Zusammenhang mit Ausfallhäufigkeiten
- Sicherheit im Betrieb durch Identifikation von vorbeugenden Wartungsmaßnahmen (Preventive Maintenance) im Rahmen einer Preventive Maintenance Analysis (PMA), z.B. nach ASD S4000P
- Festlegung der Instandhaltungsstufen. Diese Festlegung muss enthalten, bis zu welcher Instandhaltungsstufe im Nutzerbereich instandgesetzt werden soll. Die Entscheidung muss technische und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen, z.B. auf der Basis einer Level of Repair Analysis (LORA).
- Identifikation der Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz (Packaging, Handling, Storage and Transportation ⇒ PHST)
- Identifikation der Instandhaltungsmaßnahmen bezüglich des Umgangs mit Software (Software Support Analysis ⇒ SSA)
- Machbarkeit der identifizierten Instandhaltungsmaßnahmen aufgrund des Zeitaufwands und des Schwierigkeitsgrades. Basis zur Bewertung sind dabei die Ergebnisse der MTA.

Die Analysen im Bereich der PMA und der LORA erfordern umfangreiches Know How und Erfahrung und sollten daher von entsprechend qualifiziertem Industriepersonal durchgeführt werden.

Die Analyseergebnisse aus dem Bereich der Wartbarkeit sind ein Kernelement des LSA-Prozesses, denn hier werden die erforderlichen Instandhaltungsmaßnahmen ermittelt, beschrieben und nach Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit bewertet. Die Ermittlung der vorbeugenden Wartungsmaßnahmen ist dabei für den sicheren und zuverlässigen Betrieb eines Produkts unerlässlich.

Die Auswertung der Analyseergebnisse aus den Wartbarkeitsuntersuchungen ermöglicht die Ermittlung von verschiedenen KPIs. Typische Beispiele sind:

- Durchschnittliche Instandsetzungsdauer (Mean Time to Repair, MTTR)
- Durchführungsdauer einer Instandhaltungsmaßnahme
- Verhältnis Mannstunden Wartung/Instandsetzung pro Betriebsstunde (Man Hours per Operating Hour, MH/OH)
- Nachweis spezifizierter Werte, wie z.B. 90% aller Gerätewechsel müssen in weniger als einer Stunde durchführbar sein, oder die maximal zulässige Instandsetzungszeit (Maximum Time to Repair, MaxTTR) darf nur bei 3% der Instandsetzungsmaßnahmen überschritten werden.

3.3.2. Zuverlässigkeit (Reliability)

3.3.2.1. Analysemethoden zur Bewertung der Zuverlässigkeit

Zuverlässigkeitsanalysen beschäftigen sich mit dem Ausfallverhalten eines Produkts. Sie werden in der Industrie i.d.R. im Bereich des Support Engineerings oder des Engineerings als entwicklungsbegleitende Tätigkeit durchgeführt. Sie sind durch die Bundeswehr von der Industrie einzufordern und die Ergebnisse sind ggf. im Rahmen einer Einsatzprüfung zu verifizieren.

Zuverlässigkeitsanalysen werden meist in der Form einer Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) durchgeführt. Eine FMEA kann dabei auf unterschiedlichen Ebenen durchgeführt werden (siehe auch [2], Kapitel 7, bzw. [3], Kapitel 3 und 4):

- Systemebene (Funktionen):
Schwerpunkt aus Sicht der Unterstützbarkeit ist hier die Ermittlung der vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen (preventive maintenance) und die damit verbundene Vermeidung von kritischen funktionalen Fehlern
- Geräteebene (Hardware):
Schwerpunkt aus Sicht der Unterstützbarkeit ist hier die Ermittlung der Instandsetzungsmaßnahmen (corrective maintenance) für Geräte/Komponenten

Für die verschiedenen Komponenten eines Produkts werden im Rahmen der Zuverlässigkeitsanalysen geeignete KPIs ermittelt, die eine Bewertung der Zuverlässigkeit des untersuchten Produkts ermöglichen. Typische Beispiele für solche KPIs sind:

- Ausfallrate (failure rate)
= Anzahl der Fehler bezogen auf eine zeitliche Größe (z.B. Anzahl der Fehler bezogen auf 1.000 Betriebsstunden)
- Mean Time Between Failure (MTBF)
= mittlere Betriebsdauer zwischen 2 Ausfällen eines Geräts/einer Komponente
- Mean Time To Failure (MTTF)
= mittlere Lebensdauer von Geräten/Komponenten, welche nicht instandgesetzt werden
- Mean Time Between Unscheduled Removal (MTBUR)
= mittlere Betriebsdauer zwischen 2 ungeplanten Ausbauten einer Komponente
- Instandsetzungszeiten/Wartungszeiten

Aus den KPIs kann eine Prognose der Durchführungshäufigkeit (task frequency) einer Instandhaltungsmaßnahme abgeleitet werden. Basierend auf den Nutzungs- bzw. Einsatzszenarien, der geforderten operationellen Verfügbarkeit (siehe auch Kapitel 3.3.4) und der Zuverlässigkeit aller Komponenten müssen die erforderlichen Ressourcen in den Instandhaltungseinrichtungen der Bundeswehr ermittelt werden.

Zuverlässigkeitswerte sind in hohem Maß abhängig von den zu erwartenden Rahmenbedingungen des geplanten Einsatzes. Daher sind alle Informationen zu Einsatzarten (z.B. Frieden, Mission,

Kampf), Einsatzzeiten (z.B. 24h-Kampftag, Friedensjahr), Betriebsbelastung im Einsatz, einzuhalten KPIs und Rahmenbedingungen bzgl. Umwelt (z.B. Klima, Sand, Salzwasser, Staub) bei der Ermittlung der Zuverlässigkeitswerte zu berücksichtigen (siehe auch [8], Kapitel 3.2, Forderungen zur Zuverlässigkeit).

3.3.2.2. LSA-FMEA zur Ermittlung der Instandsetzungsmaßnahmen

Zur Identifikation von Instandsetzungsmaßnahmen für Komponenten/Geräte innerhalb eines Produkts dienen meist detaillierte Zuverlässigkeits-Analysen bzgl. des Ausfallverhaltens eines Geräts/einer Komponente, die i.d.R. vom Original-Hersteller erstellt werden. Solche Analysen werden häufig als technische FMEA (oder auch Geräte-FMEA bzw. Hersteller-FMEA) bezeichnet. Sie werden primär nicht zur Identifikation von Instandsetzungsmaßnahmen erstellt, sondern sind ein wesentlicher Teil des Entwicklungsprozesses (Verbesserung der Zuverlässigkeit und der Betriebssicherheit, Redundanz-Auslegung, etc...). Der hohe technische Detaillierungsgrad der Analyse ergibt sich aus der Tatsache, dass diese Art der FMEA als eine „Bottom-up“-Analyse durchgeführt wird, d.h. jeder Ausfall des kleinsten Elements eines Geräts/einer Komponente wird erfasst (z.B. alle elektronischen Komponenten auf einer Platine).

Zur Identifikation einer einzelnen Instandsetzungsmaßnahme müssen alle Fehlermodi der technischen FMEA, die zur gleichen Instandsetzungsmaßnahme führen und die auf die gleiche Art erkannt und lokalisiert werden können, zu einem sog. LSA-Fehlermode gebündelt werden, siehe Abbildung 2. Diese Bündelung der technischen FMEA erfordert tiefgehende Kenntnisse der technischen Zusammenhänge des analysierten Geräts/der analysierten Komponente, daher liegt die Durchführung der Analyse auch i.d.R. in den Händen des Originalherstellers des Geräts/der Komponente.

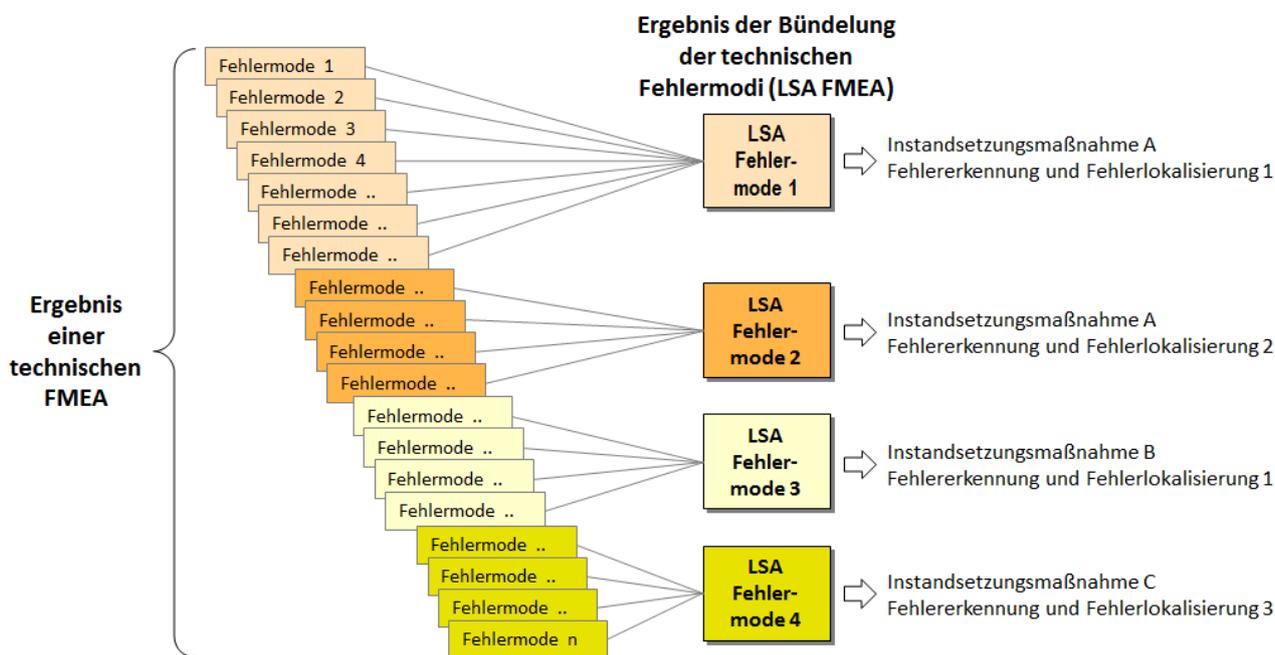


Abbildung 2: Von der technischen FMEA zur LSA FMEA

Im Rahmen der Bündelung wird z.B. aus einer großen Anzahl von technischen Fehlermodi einer Platine ein einziger LSA-Fehlermode, denn in jedem einzelnen Fehlerfall wird das Gerät instandgesetzt durch den Austausch der betroffenen Platine. Damit verbleibt ein einzelner LSA-Fehlermode für die Platine (⇒ Platine ist defekt). Die zugehörige Instandsetzungsmaßnahme wäre dann: *Reparatur des Geräts X durch Austausch der Platine Y*. Der Vorteil der Bündelung liegt in der drasti-

schen Reduzierung des Dokumentationsaufwands in der LSA-Datenbank. Die Pflege der Daten und der Verknüpfungen von u.U. hunderten von Fehlermodi reduziert sich auf einige wenige oder im Extremfall nur auf einen einzigen LSA-Fehlermode (z.B. beim grundsätzlichen Austausch des gesamten Geräts im Falle eines beliebigen Fehlers).

In Kapitel 6.2.5 ist im LSA-Beispiel die Bündelung der technischen FMEA vereinfacht dargestellt (drei Fehlermodi werden zu einem gebündelt). Im Anhang S3000LBikeBw.xlsx (siehe Kapitel 6.1) finden sich auf 2 Registerkarten die Darstellung einer technischen FMEA im Vergleich zu einer LSA-FMEA.

3.3.3. Prüfbarkeit (Testability)

Prüfbarkeitsanalysen beschäftigen sich mit der Entdeckbarkeit und Lokalisierbarkeit von Fehlerzuständen eines Produkts. Der Umfang des von der Bundeswehr zu fordernden Prüfkonzepts orientiert sich dabei an der geplanten Instandsetzungstiefe. Technische Lösungen zur Sicherstellung der Funktionsüberwachung, Funktionsprüfung und zur detaillierten Fehlerlokalisierung sind sehr früh in der Entwicklung von Produkten zu berücksichtigen und entsprechend früh einzufordern. Eine Nachrüstung von Prüfbarkeitsfähigkeiten bei bereits weit fortgeschrittener Produktentwicklung ist meist mit sehr hohem Aufwand und erheblichen Kosten verbunden oder ist nicht mehr möglich.

Ziel der Prüfbarkeitsanalysen ist die Erstellung eines Prüfkonzepts mit entsprechenden Prüfplänen und Prüfanweisungen (siehe auch [8], Kapitel 4.2).

Die Ergebnisse der Prüfbarkeitsanalysen werden im LSA-Prozess genutzt. Entsprechende Prüfmaßnahmen (z.B. Fehlersuche) werden identifiziert und die Durchführung mittels MTA beschrieben. Alle erforderlichen Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel werden dabei identifiziert und dokumentiert.

Die Auswertung der Analyseergebnisse aus den Prüfbarkeitsuntersuchungen ermöglicht die Ermittlung von verschiedenen KPIs. Typische Beispiele sind:

- Prozentuale Fehlererkennungsrate
- Prozentuale Fehlerlokalisierungsrate, meist in Verbindung mit einer Angabe der Mehrdeutigkeit (engl. ambiguity), d.h. auf wie viele Komponenten genau der Fehler lokalisiert werden kann, z.B. zu 95% auf genau 3 Komponenten
- Prozentualer Anteil der Falsch-Alarme

3.3.4. Verfügbarkeit (Availability)

Der Begriff Verfügbarkeit beschreibt, in welchem Maß ein Produkt für den vorgesehenen Einsatz in technisch einwandfreiem Zustand zur Verfügung steht. Aufgrund verschiedener Sichtweisen wird Verfügbarkeit unterschiedlich definiert:

- **Inhärente Verfügbarkeit:**
Berücksichtigt nur die Ausfälle des Produkts aufgrund der technischen Eigenschaften (Ergebnis einer Zuverlässigkeitsanalyse auf Geräteebene, Geräte-FMEA, siehe Kapitel 3.3.2)
- **Erreichbare Verfügbarkeit:**
Berücksichtigt zusätzlich zur inhärenten Verfügbarkeit die vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen (Ergebnis einer Zuverlässigkeitsanalyse auf Systemebene, System-FMEA, siehe Kapitel 3.3.2)

- Operationelle Verfügbarkeit
Berücksichtigt zusätzlich zur inhärenten und erreichbaren Verfügbarkeit weitere Aspekte wie z.B. Verzugszeiten (Transport, Lieferzeiten) oder das unvorhergesehene Eintreten von Sonderereignissen (z.B. über Statistiken erfasst)

Verfügbarkeitsanalysen erfordern eine Vielzahl an Informationen, um eine ausreichende Aussagekraft zu bekommen. Inhärente Verfügbarkeit ist dabei meist ein Kriterium zur technischen Designverbesserung eines Produkts. Für die reale Nutzung von Produkten bei der Bundeswehr ist die operationelle Verfügbarkeit die maßgebliche Größe. Für deren Vorhersage sind aufgrund der komplexen Zusammenhänge verschiedenster Daten meist nur noch Simulationen als Analysewerkzeug geeignet. Die dazu nötigen Datensätze umfassen u.a.:

- Definition des Einsatzszenarios (Vorgabe durch Bundeswehr), zu beachten ist hierbei die Einstufung der Informationen
- Konfiguration der im Einsatz vorgesehenen Produkte
- Instandhaltungskonzept (inkl. aller erforderlichen materiellen Ressourcen mit deren vorhandenen Mengen und räumlicher Dislozierung), zu ermitteln aus den LSA-Daten
- Vorhandenes Personal (Menge, Qualifikation)
- Logistische Verzugszeiten (Transport, Lieferzeiten)

Verfügbarkeitsanalysen werden in der Industrie i.d.R. im Bereich des Support Engineerings durchgeführt und müssen durch die Bundeswehr eingefordert werden. Alternativ können solche Analysen auch innerhalb der Bundeswehr durchgeführt werden. Die Nutzung von Simulationswerkzeugen erfordert dabei meist umfangreiches Fachwissen und erfahrene Analysten/Analystinnen.

3.3.5. Sicherheit im Betrieb (Safety)

Sicherheitsanalysen beschäftigen sich mit dem Ausschluss von potentiellen Bedrohungen für den Nutzer im Rahmen des Betriebs von technischem Gerät. Speziell Produkte wie militärische Luftfahrzeuge, Schiffe, U-Boote, Fahrzeuge oder Waffen unterliegen hierbei entsprechenden Auflagen.

Sicherheitsanalysen werden in der Industrie i.d.R. im Bereich des Engineerings als entwicklungsbegleitende Tätigkeit durchgeführt. Ziel ist, die potentiellen Risiken zu identifizieren, deren Häufigkeiten und Auswirkungen zu erkennen und diese Erkenntnisse in das Design des Produkts einfließen zu lassen oder vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen zu identifizieren.

Bei der Durchführung von Sicherheitsanalysen wird eine Reihe von Analysemethoden wie z.B. FMEA, Fault Tree Analysis (FTA) oder Functional Hazard Assessment (FHA) genutzt.

Anmerkung:

Sicherheitsanalysen und PMA (siehe Kapitel 3.3.5 und 3.3.6) erscheinen auf den ersten Blick recht ähnlich. Die verwendeten Analysemethoden sind jedoch zum Teil unterschiedlich. Im Ergebnis führen die Analysen aber immer in die gleiche Richtung, d.h. zu Änderungsforderungen am Design oder zu vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen. Beide Analysewege können dabei durchaus unterschiedliche Ergebnisse hervorbringen. Eine Harmonisierung ist daher in jedem Fall erforderlich. So ist z.B. im Analyseprozess der S4000P die Harmonisierung von Forderungen nach vorbeugender Instandhaltung aus der S4000P selbst mit Forderungen aus anderen Quellen (wie z.B. aus Sicherheitsanalysen) explizit vorgesehen (siehe [3], Kapitel 2.5).

3.3.6. Herleitung von Wartungsmaßnahmen

Die Herleitung von vorbeugenden Wartungsmaßnahmen (Preventive Maintenance Analysis, PMA) beschäftigt sich mit der Vermeidung von kritischen Fehlerzuständen bezüglich:

- Sicherheit des Bedienpersonals
- Verstoß gegen bestehende Vorschriften oder Umweltschutzauflagen

- Nutzungsausfall bzw. Ausfall von Missionen
- Risiko eines hohen wirtschaftlichen Schadens

Die Herleitung und das permanente Hinterfragen und Optimieren der vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen ist abgedeckt durch die Analyseverfahren nach ASD S4000P. Ein entsprechender Leitfaden zur Anwendung in der Bundeswehr ist verfügbar.

3.3.6.1. Preventive Maintenance Task Requirements

Die Forderungen nach vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen werden als Preventive Maintenance Task Requirements (PMTR) bezeichnet. Bei der initialen Herleitung der PMTRs ist zu berücksichtigen, dass diese aus unterschiedlichen Quellen stammen können:

- Instandhaltungsanalysen nach ASD S4000P oder nach anderen, von den zuständigen Zulassungsbehörden akzeptierten Analyseverfahren (z.B. nach dem MSG-3-Verfahren der A4A)
- Sicherheitsanalysen aus dem Bereich des Engineerings
- Herstellervorgaben
- Vorgaben von zuständigen Regulierungsbehörden
- Nationale/internationale Vorschriften bzw. Gesetze

Die PMTRs aus allen möglichen Quellen müssen vor dem Start der Nutzungsphase des Produkts harmonisiert und in einen Wartungs- und Instandhaltungsplan umgesetzt werden ⇒ Paketierung, siehe Kapitel 3.3.6.2. Dies muss durch die Bundeswehr vom Hersteller eingefordert werden. Dabei sind von der Bundeswehr geeignete Vorgaben zu machen, wie z.B. gewünschte Wartungsintervalle (z.B. begründet durch Einsatzart bzw. durch geforderte Einsatzzeiten) oder die Festlegung der Instandhaltungsstufen für die definierten Wartungspakete.

Die wichtigsten Kenngrößen eines PMTRs sind in die LSA-Datenbank zu überführen:

- Maßnahmentyp
- Intervall(e) und/oder weitere Grenzwerte/Triggerpunkte mit zugehöriger Einheit
- Kritikalität des PMTR (verbindlich)

Die originalen Durchführungsintervalle und die zugehörige Kritikalität der PMTRs sind Informationen, die für einen späteren Optimierungsprozess (siehe In-Service Maintenance Optimization (ISMO) nach S4000P) unbedingt erforderlich sind und daher sorgfältig dokumentiert werden müssen.

Anmerkung:

Unter Kritikalität versteht man hier den „Schweregrad“ des vermiedenen funktionalen Fehlers (engl. severity), der in der S4000P Systemanalyse ermittelt wird (siehe [3], Kapitel 2.2.4.1).

3.3.6.2. Paketierung der PMTRs

Die beiden Spezifikationen S3000L und S4000P sind im Bereich der vorbeugenden Instandhaltung eng miteinander verknüpft. Die Überführung aller dokumentierten PMTRs in ein Instandhaltungskonzept (⇒ der Anteil der vorbeugenden Maßnahmen) ist in [2], Kapitel 10, beschrieben. Der Weg eines PMTRs von der Analyse nach S4000P bis zum fertigen Instandhaltungsprogramm (dokumentiert in der technischen Dokumentation) ist in Abbildung 3 dargestellt.

Im dabei durchzuführenden Paketierungsprozess werden die identifizierten PMTRs in Maßnahmenpakete (sog. Master Task Packages) zusammengefasst. Ein solches Maßnahmenpaket besteht aus einer Reihe von vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen, die alle auf ein gemeinsames Intervall gebündelt werden. Bei der Bundeswehr ist der primäre Treiber für die Ermittlung dieser

gemeinsamen Intervalle für vorbeugende Maßnahmenpakete die erfolgreiche Missionsdurchführung bzw. die geforderte Verfügbarkeit im Einsatz/Betrieb.

Um eine Anzahl an PMTRs auf ein gemeinsames Intervall zu harmonisieren, müssen diese nach verschiedenen Kriterien bewertet werden:

- Welches Master Task Intervall liegt dem ursprünglichem Intervall des individuellen PMTR am nächsten?
- Muss zur Intervallanpassung eine Verlängerung oder Verkürzung des Intervalls erfolgen, welche Regeln sind dabei zu beachten (siehe [2], Kapitel 10)?
- Muss zur Intervallanpassung eine Konvertierung von Intervallen mit verschiedenen Bezugseinheiten erfolgen (z.B. ein PMTR, welches in nutzungsbedingten Zyklen wie z.B. Fahrstrecke, Landungen oder Anzahl Schuss angegeben wurde, muss in zeitliche Einheiten wie Betriebsstunden oder in kalendarische Einheiten umgerechnet werden)?

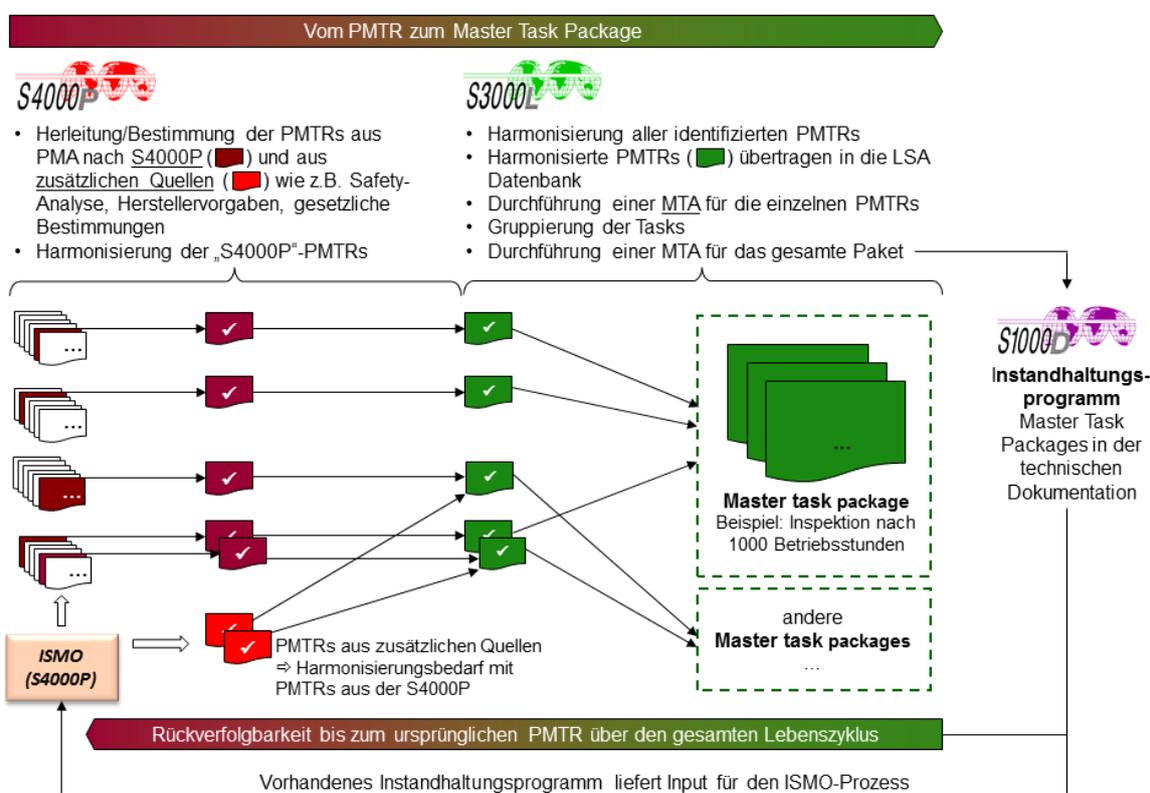


Abbildung 3: Verknüpfung von S3000L, S4000P und S1000D

3.3.7. Zusammenfassung Schnittstellen LSA-Prozess / Support Engineering

Im Rahmen der technisch/logistischen Analysen in den Bereichen RAMTS werden grundlegende Daten ermittelt, die für den LSA-Prozess von entscheidender Bedeutung sind.

Vorgehensweise zur Sicherstellung der erforderlichen Analysen im Bereich RAMTS:

- Der/Die PL und/oder der Leiter/die Leiterin eines IPT muss sicherstellen, dass den Analysen im Bereich des Support Engineerings die notwendige Bedeutsamkeit zugeordnet wird.
- Die RAMTS-Analyseergebnisse liefern die grundlegenden Daten zur Festlegung des Instandhaltungskonzepts. Daher muss sichergestellt werden, dass diese Analysen rechtzeitig

und in angemessenem Umfang von der Industrie eingefordert und von Seiten der Bundeswehr beauftragt werden.

- RAMTS-Analyseergebnisse sind, was die Festlegung des Instandhaltungskonzepts betrifft, in der LSA-Datenbank zu dokumentieren. Der Umfang der zu erfassenden Datenelemente ist dabei abhängig von den gewünschten Auswertungen aus der LSA-Datenbank, wobei die Kern-LSA der Bundeswehr (siehe Kapitel 5.3) die maßgebliche minimale Information darstellt.
- Zulassungsrelevante Analysen (z.B. Sicherheitsanalysen, Herleitung von vorbeugenden Wartungsmaßnahmen) sind verbindlich und damit rechtzeitig und in angemessenem Umfang von der Industrie einzufordern und durch die Bundeswehr zu beauftragen.

3.4. Schnittstellen der LSA zu den ILS-Elementen

3.4.1. LSA im ILS-Prozess

Der Begriff Integrated Logistic Support (ILS) bezeichnet einen Prozess über den gesamten Lebensweg eines Produkts, in dem die logistischen Aspekte zur Nutzung eines Produkts in der Bundeswehr ganzheitlich (integriert) betrachtet werden. Diese integrierte Betrachtung und Ausplanung aller Projektelemente, die das logistische Unterstützungssystem betreffen (siehe auch Kapitel 4.1.4) ist von zentraler Bedeutung. Ziel ist die initiale Herstellung der Einsatzreife (HdE) und deren Erhalt in der Nutzung aus der Sicht der optimierten logistischen Unterstützbarkeit des Produkts zu angemessenen Kosten. Alle Auswirkungen von Änderungen am Produkt selbst, am Unterstützungssystem oder auch am Nutzungsszenario auf das logistische Unterstützungssystem werden über den ILS-Prozess integriert gesteuert.

Die Ergebnisse der technisch/logistischen Analysetätigkeiten bilden die Basis für die Umsetzung eines optimierten logistischen Unterstützungssystems. Folgende Bereiche müssen in diesen koordinierten Prozess einbezogen werden:

- Produktentwicklung (Design & Development)
- Technisch/logistische Analysen (siehe auch Kapitel 3.3)
- Bereitstellung der ILS-Endprodukte, die als Gesamtheit das Unterstützungssystem formen

Durch bedarfsorientierte Auswertungen der technisch/logistischen Grunddaten (sprich LSA-Daten in der LSA-Datenbank) werden die Erstellung und Pflege der ILS-Endprodukte effektiv unterstützt. Die genutzten LSA-Daten müssen dabei aktuell, technisch validiert und, sofern vertraglich vereinbart, durch die Bundeswehr freigegeben sein.

Über den gesamten Projektverlauf muss kontinuierlich sichergestellt sein, dass die LSA-Daten mit den ILS-Endprodukten übereinstimmen. Jede Änderung der LSA-Daten (z.B. begründet durch eine technische Änderung an einem Gerät) erfordert eine erneute Überprüfung und Bewertung der betroffenen ILS-Endprodukte. Nach erfolgter Bewertung und erneuter Freigabe durch die Bundeswehr sind die erforderlichen Anpassungen der ILS-Endprodukte durchzuführen.

Ebenso ist der umgekehrte Weg denkbar. Änderungen in den ILS-Endprodukten erfordern u.U. die Anpassung von LSA-Daten. Im Projekt sind durch das IPT klare Regeln zu definieren, wie mit solchen Änderungen zu verfahren ist.

Beispiele:

- Erforderliche Änderung von fachlich fehlerhafter technischer Dokumentation muss eine Überprüfung der zugehörigen LSA-Daten auslösen

- Die Einführung einer neuen Variante eines Geräts mit neuem Teilekennzeichen in den Materialstammdaten muss eine Überprüfung aller betroffenen Ergebnisse der technisch/logistischen Analysen und der zugehörigen LSA-Daten auf deren weitere Gültigkeit auslösen
- Die Einführung einer neuen Variante eines Sonderwerkzeugs oder eines Prüfgeräts mit neuem Teilekennzeichen in den Materialstammdaten muss eine Überprüfung aller betroffenen Ergebnisse der technisch/logistischen Analysen und der zugehörigen LSA-Daten auf deren weitere Gültigkeit auslösen

Durch moderne DV und mittels geeigneter Verfahren können die technisch/logistischen Grunddaten in der LSA-Datenbank mit den ILS-Endprodukten verknüpft werden. Dies ist Voraussetzung, um Datenkonsistenz über den gesamten Produktlebenszyklus sicherzustellen.

Von Seiten der Bundeswehr ist die korrekte Umsetzung der Vorgehensweise nach den Prinzipien ILS und LSA von der Industrie einzufordern und qualifiziert zu überwachen.

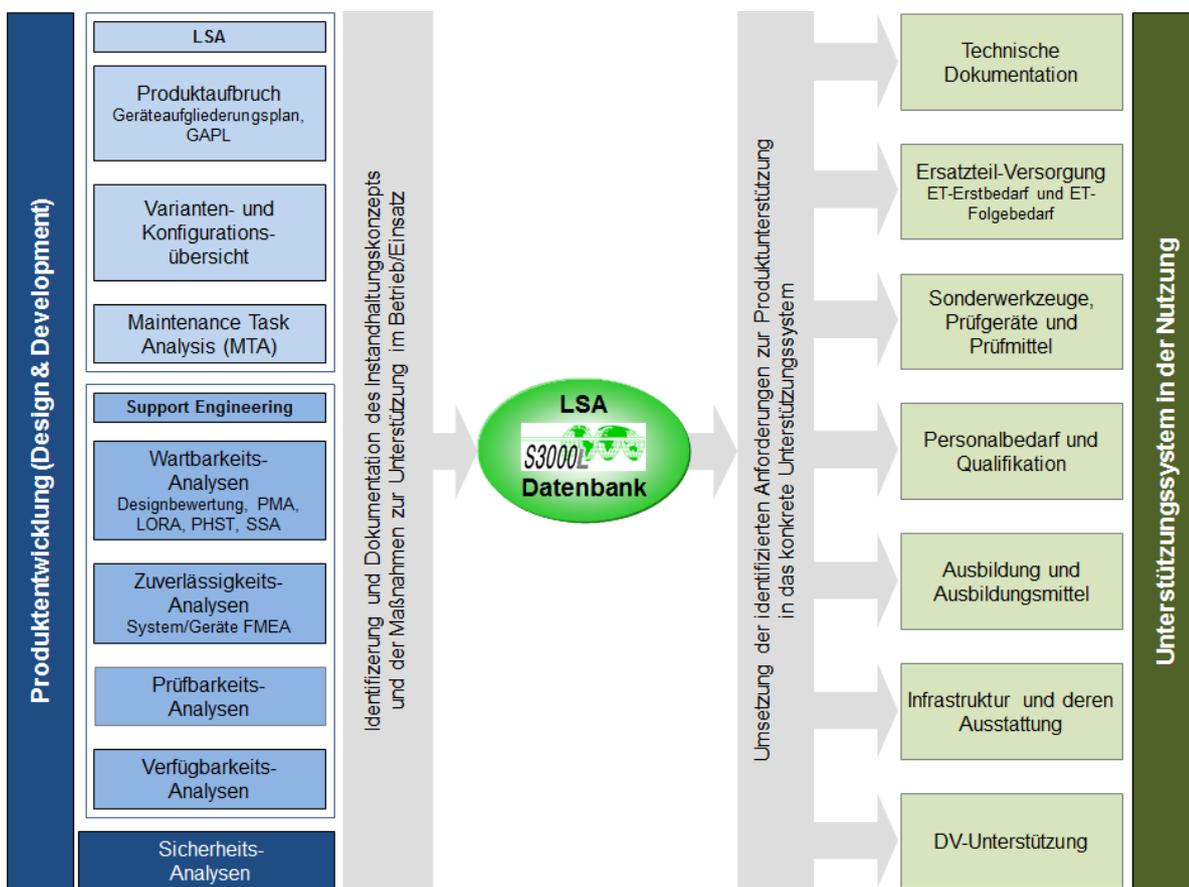


Abbildung 4 zeigt einen Überblick über die zu integrierenden Bereiche und die verbindende Rolle des LSA-Prozesses von der Produktentwicklung über die Analysen des Support Engineerings zu den ILS-Elementen.

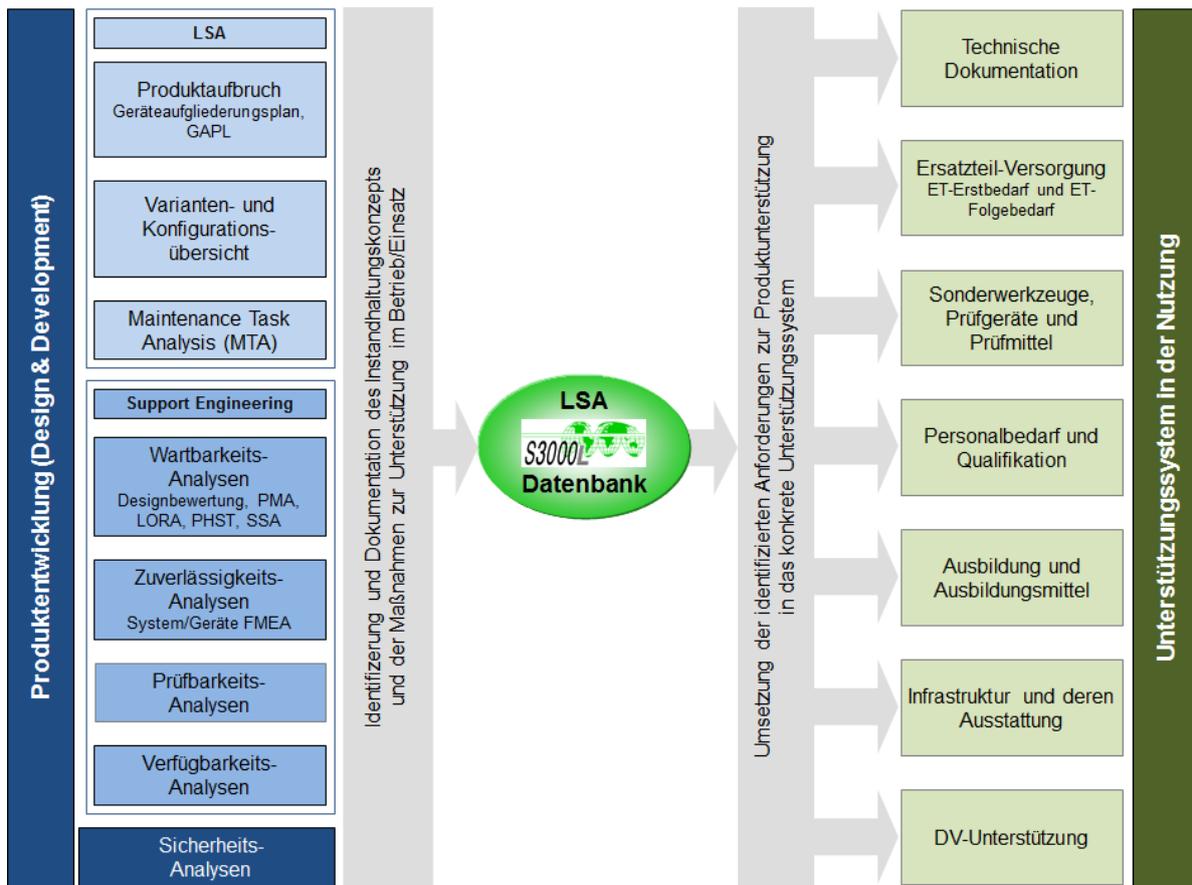


Abbildung 4: Der LSA-Prozess zwischen Produktentwicklung und Produktnutzung

3.4.2. Die ILS-Elemente des logistischen Unterstützungssystems

3.4.2.1. Technische Dokumentation (S1000D)

Die klare und verständliche Beschreibung aller Instandhaltungsmaßnahmen und der Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz ist ein wesentlicher Bestandteil der technischen Dokumentation eines Produkts. Zu diesem Zweck werden die Inhalte der LSA-Datenbank nutzergerecht aufbereitet, z.B. durch Ergänzung mit Illustrationen, sprachliche Überarbeitung (z.B. unter Anwendung von Simplified Technical English, STE) und durch Veröffentlichung als interaktive DV-Anwendung (Interaktive Elektronische Technische Dokumentation, IETD).

In der Bundeswehr ist zur Erstellung von technischer Dokumentation die ASD-Spezifikation S1000D eingeführt. Diese ermöglicht, den Inhalt von technischer Dokumentation in kleinen Bausteinen, den sog. Datenmodulen, zu strukturieren und mit den Inhalten der LSA-Datenbank logisch zu verknüpfen. Diese Verknüpfung ist zur Harmonisierung der Inhalte zwischen LSA und technischer Dokumentation unverzichtbar.

Vorgehensweise zur Sicherstellung der Datenintegrität zwischen LSA und technischer Dokumentation:

Bundeswehr (IPT, PL) und Industrie müssen im Rahmen einer ILS Guidance Conference ein verbindliches Regelwerk zur Sicherstellung der kontinuierlichen Übereinstimmung der Inhalte der LSA-Daten und der technischen Dokumentation über den gesamten Lebenszyklus erarbeiten. Diese Regeln beinhalten als Minimum:

- Wie werden die beschreibenden Datenmodule der technischen Dokumentation und die Maßnahmen („Tasks“) in der LSA-Datenbank miteinander verknüpft?

Anmerkung:

Der Bezug zwischen Datenmodul und LSA-Task sollte eine 1:1 Beziehung sein, d.h. einem LSA-„Task“ ist ein beschreibendes Datenmodul der technischen Dokumentation zugeordnet (Abweichungen nur in sinnvollen Ausnahmen)

- Standard-Nummerierungssysteme (SNS) sind zwischen LSA und der technischen Dokumentation zu harmonisieren
- Festlegung von Regeln zur gemeinsamen Nutzung von Terminologie in LSA und technischer Dokumentation (z.B. gleiche Bezeichnungen für Produkte, Geräte, Teile und Tätigkeiten)
- Der Workflow zwischen LSA und technischer Dokumentation ist festzulegen, heißt:
 - Die Erstellung von technischer Dokumentation für Instandhaltungsmaßnahmen und für Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz erfordert technisch validierte und, soweit vertraglich vereinbart, von der Bundeswehr akzeptierte LSA-Daten. Das Risiko von zusätzlichem Aufwand bei der Erstellung von technischer Dokumentation auf der Basis nicht validierter/akzeptierter LSA-Daten ist zu vermeiden.
 - Wann und wie werden Änderungen in den LSA-Daten in die technische Dokumentation überführt (Änderungsdienst). Zeitverzögerungen sind zu minimieren.
 - Wann und wie haben Änderungen in der technischen Dokumentation rückfließend Einfluss auf die technisch/logistische Analyseergebnisse (z.B. Korrektur von falscher technischer Information muss auch zu den entsprechenden Änderungen in den LSA-Daten führen). Erforderlicher Rückfluss in die LSA-Daten ist sicherzustellen.

Anmerkung:

Im Sprachgebrauch der Bundeswehr findet sich auch der Begriff „Verfahrenskonferenz“ für den englischen Begriff „Guidance Conference“. Im Weiteren wird durchgängig der Begriff Guidance Conference verwendet.

3.4.2.2. Ersatzteilversorgung (S2000M)

Die Identifikation des Ersatzteilbedarfs basiert zu einem entscheidenden Anteil auf den Analyseergebnissen des LSA-Prozesses. In der MTA, welche für alle Instandhaltungsmaßnahmen und Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz durchgeführt wird, wird der Ersatzteilbedarf für die jeweilige Maßnahme dokumentiert. Der Schwerpunkt im LSA-Prozess liegt dabei in der Identifikation der Kostentreiber (hochwertige Ersatzteile wie z.B. komplette Geräte oder teure Komponenten, die bei einer Gerätereparatur benötigt werden) und Instandhaltungstreiber (Komponenten mit geringerer Zuverlässigkeit). Aber auch weitere Komponenten wie Kleinteile (z.B. O-Ringe, Schrauben, Muttern, Beilagscheiben, Bolzen) und Mengenverbrauchsgüter (z.B. Betriebsstoffe, Schmierstoffe, Öle, Reinigungs- oder Pflegemittel), die bei einer Instandhaltungsmaßnahme oder bei Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz in jedem Fall benötigt werden, sind in der LSA-Datenbank erfasst.

Das Instandhaltungskonzept in den LSA-Daten und die damit verbundene MTA ist ein maßgeblicher Treiber für die Ersatzteilversorgung. So kann z.B. Geräte-Instandsetzung durch die Bundeswehr selbst erfolgen oder es erfolgt alternativ eine Abschleusung von fehlerhaftem Gerät an die Industrie, die in einem vereinbarten Zeitraum instandgesetzte Geräte an die Bundeswehr zurückliefert. Der Ersatzteilbedarf ist für die verschiedenen Konzepte unterschiedlich. Wird z.B. grundsätzlich das ganze Gerät bei der Bundeswehr nur ausgetauscht und zur Industrie zum Zweck der Instandsetzung abgeschleust, so werden die Komponenten im Inneren des Geräts als Ersatzteile bei der Bundeswehr nicht benötigt.

Anmerkung:

Die Gestaltung von Ersatzteilkreisläufen ist von einem weiteren Kriterium abhängig. Wenn bei der Bundeswehr tieferegehende Geräteinstandsetzung vorgesehen ist, so muss entschieden werden, ob das instandzusetzende Produkt schnellstmöglich wieder einsatzbereit sein soll, oder ob auf die Instandsetzung des fehlerhaften Geräts gewartet werden kann.

Beispiel Triebwerkinstandsetzung:

Soll ein Luftfahrzeug mit einem fehlerhaften Triebwerk schnellstmöglich wieder einsatzbereit sein, so ist ein Triebwerktausch oft die schnellste Option. Dazu ist allerdings ein komplettes Triebwerk als Ersatzteil erforderlich. Das fehlerhafte Triebwerk wird nach dem Triebwerktausch im Triebwerkshop instandgesetzt (⇒ Bedarf an Ersatzteilen zur Reparatur) und nach erfolgreicher Reparatur als Ersatzteil wieder auf Lager gelegt. Dieses Instandsetzungskonzept erfordert einen höheren Bedarf an u.U. teuren Ersatzteilen (hier Ersatztriebwerk), erhöht allerdings die Verfügbarkeit des Produkts u.U. erheblich (so könnte z.B. die Triebwerkinstandsetzung mehrere Tage beanspruchen, während dieser Zeit würde das Luftfahrzeug nicht verfügbar sein). Kosten und Verfügbarkeitsanforderungen sind je nach Einsatzszenario sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

In der Bundeswehr ist zur Erstellung und Pflege der sog. Materialstammdaten die ASD-Spezifikation S2000M eingeführt. Diese Daten sind u.a. die spätere Grundlage für die Befüllung der SASPF-Systeme der Bundeswehr und für die Erstellung der bebilderten Teilkataloge für die Bundeswehr.

Ein Teil des technischen Anteils dieser Materialstammdaten findet sich auch in den LSA-Daten wieder (Teilekennzeichen, Teilebezeichnung, Herstellercode, Informationen zur Lagerung, Lebenszeitbegrenzung, Zuverlässigkeitswerte wie MTBF, etc...). Daher ergibt sich die Notwendigkeit einer gut durchdachten Harmonisierung beider Datenwelten über den gesamten Lebenszyklus. Wichtig für das beiderseitige Verständnis ist dabei:

- In den LSA-Daten identifizierte Ersatzteile und Mengenverbrauchsgüter sind in den Materialstammdaten nach S2000M verbindlich zu führen. Das Instandhaltungskonzept ist hier der verbindliche Treiber für die Erstellung von Materialstammdaten nach S2000M.
- Die Materialstammdaten nach S2000M enthalten i.d.R. deutlich mehr Teile als in den LSA-Daten als Ersatzteile identifiziert wurden. Grund ist, dass Kleinteile, die bei einer Instandsetzung bzw. bei einem Ein- und Ausbau i.d.R. nicht als Ersatzteil benötigt werden (typisch sind z.B. Anbauteile, Schrauben, Muttern, Beilagscheiben oder Bolzen, die immer wieder verwendet werden), in der MTA i.d.R. vernachlässigt werden. Trotzdem ist der Bedarf an solchen Kleinteilen

vorhanden, denn sie können z.B. verloren gehen oder beschädigt werden und müssen daher nachbeschafft werden. Daher sind diese Teile ebenfalls bei der Ersatzteilbevorratung zu berücksichtigen.

Vorgehensweise zur Sicherstellung der Datenintegrität zwischen LSA und Ersatzteilversorgung (hier Materialstammdaten):

Bundeswehr (IPT, PL) und Industrie müssen im Rahmen einer ILS Guidance Conference ein verbindliches Regelwerk zur Sicherstellung der kontinuierlichen Übereinstimmung der Inhalte der LSA-Daten (S3000L) und der Materialstammdaten (S2000M) über den gesamten Lebenszyklus erarbeiten. Diese Regeln beinhalten als Minimum:

- Teilekennzeichen von Teilen oder Mengenverbrauchsgütern, die sowohl in den LSA-Daten als auch in den Materialstammdaten geführt werden, müssen übereinstimmen. Der Herstellercode ist verbindlich mit anzugeben (erst Teilekennzeichen und Herstellercode sind eine eindeutige Information). Unterschiedliche Schreibweisen (z.B. mit/ohne Leer- oder Trennzeichen) sind in jedem Fall zu vermeiden.
- Die Harmonisierung von weiteren gemeinsam genutzten Datenelementen ist sicherzustellen (z.B. gleicher MTBF-Wert in den LSA-Daten und den Materialstammdaten)
- Ersatzteile, welche im LSA-Prozess identifiziert werden, müssen auch in den Materialstammdaten (S2000M) geführt werden
- Teile, die definitiv weder für Instandsetzung, noch für Nachbeschaffung aufgrund Verlust/Beschädigung in Frage kommen (z.B. Komponenten von Geräten, die immer als Ganzes getauscht werden), werden in den Materialstammdaten nicht geführt.
- Regeln zur gemeinsamen Nutzung von Terminologie in der LSA und in den Materialstammdaten sind zu vereinbaren (z.B. Verwendung von gleichen Bezeichnungen für Produkte, Geräte, Teile, Mengenverbrauchsgüter)
- Der Workflow zwischen LSA und Ersatzteilversorgung ist festzulegen, heißt:
 - Die Erstellung von Materialstammdaten für Ersatzteile, welche für Instandhaltungsmaßnahmen oder für Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz identifiziert wurden, erfordert validierte und von der Bundeswehr akzeptierte LSA-Daten. Das Risiko von zusätzlichem Aufwand bei der Erstellung von Materialstammdaten auf der Basis nicht validierter/akzeptierter LSA-Daten ist zu vermeiden.
 - Wann und wie werden Änderungen in den LSA-Daten in die Materialstammdaten überführt (Änderungsdienst). Zeitverzögerungen sind zu minimieren.
 - Wann und wie haben Änderungen von Seiten der Hersteller an Geräten/Teilen rückfließend Einfluss auf die technisch/logistische Analyseergebnisse (z.B. ein Hersteller bietet eine neue Version eines Geräts mit einem neuen Teilekennzeichen an, was in der Folge ein angepasstes Instandhaltungskonzept erfordert). Eine Überprüfung der bisherigen Analyseergebnisse und der Rückfluss von Änderungen in die LSA-Daten sind sicherzustellen.

Anmerkung:

Bei der Bundeswehr wird zwischen ET-Erstbedarf und ET-Folgebedarf unterschieden. Der ET-Erstbedarf lässt sich auf der Basis der LSA-Daten theoretisch ermitteln. Es ist jedoch immer zu berücksichtigen, wie sich das geplante Einsatzszenario für den abzudeckenden Zeitraum darstellt. Die Tauglichkeit eines Ersatzteilpakets für den realen Betrieb/Einsatz ist zu diesem Zweck durch den Einsatz von Simulationstools nachzuweisen (siehe auch [8], Kapitel 5.1).

Der ET-Folgebedarf ist unter Berücksichtigung von Nutzungserfahrung (tatsächliches Ausfallverhalten im Einsatz oder bei der Einsatzprüfung) fortzuschreiben. LSA-Daten sind aus der Nutzungserfahrung heraus

fortzuschreiben. Änderungen am Produkt müssen ebenso berücksichtigt werden wie die noch verbleibende Nutzungs- bzw. Lebensdauer des Produkts (siehe auch [8], Kapitel 5.1).

3.4.2.3. Prüfgeräte und Sonderwerkzeuge

Der Bedarf an Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln (Support Equipment) wird in der MTA im LSA-Prozess ermittelt. Jede Instandhaltungsmaßnahme und Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz wird dahingehend analysiert, ob in einem oder mehreren Arbeitsschritten Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte oder Prüfmittel benötigt werden. Ist dies der Fall, kann der Bedarf entweder über bereits verfügbare Produkte (falls geeignet) gedeckt werden, oder es muss ein verfügbares Sonderwerkzeug, Prüfgerät oder Prüfmittel an die Anforderungen angepasst werden. Kann die Anforderung über bestehende Produkte nicht erfüllt werden (auch nicht nach Anpassung), so ist die Spezifikation und Neuentwicklung eines Sonderwerkzeugs, Prüfgeräts oder Prüfmittels erforderlich.

Für die Beschaffung bzw. für die Neuentwicklung von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln ist das Instandhaltungskonzept, welches in der LSA-Datenbank dokumentiert ist, die verbindliche Grundlage.

Standardwerkzeuge, wie z.B. einfache Schraubenschlüssel, können ebenfalls im Rahmen einer MTA als erforderliches Werkzeug dokumentiert werden. Bei einer solchen Vorgehensweise ist in jedem Fall sichergestellt, dass z.B. ein Standardwerkzeugkasten in einem Instandsetzungsbetrieb der Bundeswehr alle erforderlichen Werkzeuge enthält. Die Dokumentation von Standardwerkzeugen in den LSA-Daten ist jedoch nicht als verbindlich zu betrachten.

Ein wichtiger Aspekt ist die Berücksichtigung von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln als Kandidaten, die selbst gewartet und bei Ausfall instandgesetzt werden müssen. Diese Maßnahmen gehören ebenfalls zum Instandsetzungskonzept des eigentlichen Produkts. Man spricht in diesem Fall auch von „LSA für Support Equipment“. Typische Ergebnisse sind die Identifikation von Maßnahmen wie z.B. die Kalibrierung von Messgeräten oder regelmäßige Sicherheitsüberprüfungen von Hebevorrichtungen.

Für das ILS-Element Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel (Support Equipment) existiert keine Spezifikation der ASD. In der Industrie werden i.d.R. firmeneigene DV-Anwendungen zur Dokumentation des Beschaffungs-/Entwicklungsprozesses eines Support Equipments genutzt.

Vorgehensweise zur Sicherstellung der Datenintegrität zwischen LSA und dem ILS-Element Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel:

Bundeswehr (IPT, PL) und Industrie müssen im Rahmen einer ILS Guidance Conference ein verbindliches Regelwerk zur Sicherstellung der kontinuierlichen Übereinstimmung der Inhalte der LSA-Daten (S3000L) und der relevanten Daten im Bereich des ILS-Elements Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel vereinbaren. Diese Regeln beinhalten als Minimum:

- Die Berücksichtigung von Instandhaltung von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln (LSA für Support Equipment) als Teil des gesamten Instandhaltungskonzepts für ein Produkt ist sicherzustellen. Die identifizierten Maßnahmen sind Teil der LSA-Daten und in der LSA-Datenbank zu führen.
- Regeln zur gemeinsamen Nutzung von Terminologie in der LSA und im ILS-Element Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel sind zu vereinbaren (z.B. Verwendung von gleichen Kodierungen und Bezeichnungen für Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel)
- Der Workflow zwischen LSA und dem ILS-Element Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel ist festzulegen, heißt:
 - Das Auslösen einer Beschaffung oder Entwicklung von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln, welche für Instandhaltungsmaßnahmen oder für Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz identifiziert wurden, erfordert validierte und von der Bundes-

wehr akzeptierte LSA-Daten. Das Risiko der Beschaffung oder Entwicklung von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln auf der Basis nicht validierter/akzeptierter LSA-Daten ist zu vermeiden.

Anmerkung:

Das Auslösen von Beschaffungs- bzw. Entwicklungsprozessen für Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel ohne vorliegende LSA-Ergebnisse sollte nur dann vorgezogen erfolgen dürfen, wenn der Bedarf sicher feststeht. Rechtfertigungen für ein solches Vorgehen sind u.U. langwierige Beschaffungsprozesse, eine voraussichtlich lange Entwicklungsphase oder der Einsatz neuer Technologien, die umfangreich getestet werden müssen, um die Einsatztauglichkeit bei der Bundeswehr sicherzustellen.

- Wann und wie werden Änderungen in den LSA-Daten in die DV-Systeme des ILS-Elements Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel überführt (Änderungsdienst). Zeitverzögerungen sind zu minimieren.
- Wann und wie haben Änderungen von Seiten der Hersteller an Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln rückfließend Einfluss auf die technisch/logistischen Analyseergebnisse (z.B. ein Hersteller bietet ein neues Sonderwerkzeug mit neuem Teilekennzeichen an, was in der Folge eine Überprüfung der Tauglichkeit des neuen Sonderwerkzeugs erfordert). Eine Überprüfung der bisherigen Analyseergebnisse und der Rückfluss von Änderungen in die LSA-Daten sind sicherzustellen.

Anmerkung:

Die Beschaffung von Ersatzteilen als auch von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln erfolgt über die SASPF-Systeme der Bundeswehr. Damit werden in der Industrie i.d.R. auch für Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel Materialstammdaten nach S2000M erstellt und gepflegt. Diese Daten sind u.a. die spätere Grundlage für die Befüllung der SASPF-Systeme der Bundeswehr und für die Erstellung der bebilderten Teilekataloge für die Bundeswehr. In der Industrie muss daher sichergestellt werden, dass 3 Bereiche harmonisiert zusammenwirken, nämlich LSA und die beiden ILS-Elemente Ersatzteilversorgung und Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel. Die Bundeswehr erhält von der Industrie u.U. unterschiedliche Liefergegenstände aus diesen 3 Bereichen, wie z.B. LSA-Daten, Materialstammdaten nach S2000M und Werkzeuglisten. LSA-Daten können dabei auch in Form von Auswertungen/Reports vorliegen (z.B. bei Anwendung des LSA-Typ 1, RMLU, siehe [9]). Die Harmonisierung dieser Datenwelten muss durch die Bundeswehr von der Industrie eingefordert werden. Eine regelmäßige qualifizierte Überprüfung der Datenintegrität durch die Bundeswehr ist vorzusehen, um das Risiko der Beschaffung von Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten und Prüfmitteln, welche bei der Bundeswehr später nicht benötigt werden, zu minimieren.

3.4.2.4. Personal und Ausbildung

Der Bedarf an Personal für Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz wird in der MTA im LSA-Prozess ermittelt und in der LSA-Datenbank dokumentiert. In den meisten Projekten sind die LSA-Daten die geeignetste Quelle zum Zweck der Personalplanung. In den LSA-Daten nach S3000L finden sich Informationen bezüglich:

- Erforderliche Basisqualifikation zur Durchführung einer Instandhaltungsmaßnahme oder einer Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz
- Erforderliche Anzahl der Personen zur Durchführung einer Instandhaltungsmaßnahme oder einer Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz
- Belegungszeit des Personals
- Erforderliche produktspezifische Zusatzausbildung bzw. verbindliche Zertifikate zur Durchführung einer Instandhaltungsmaßnahme oder einer Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz
- Sperrvermerke, falls Maßnahmen ausschließlich durch Personal mit entsprechender Zertifizierung durchgeführt werden dürfen

- Beschreibung von empfohlenen Ausbildungsmethoden

Anmerkung:

Neben LSA-Daten eignet sich theoretisch auch der Inhalt der technischen Dokumentation bzgl. Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz als Quelle zur Planung des Personal- und Ausbildungsbedarfs. Voraussetzung dazu ist die ausreichende Befüllung der zugehörigen S1000D-Datenelemente und auch die frühzeitige und vollständige Verfügbarkeit der technischen Dokumentation. Erfahrungsgemäß sind gut verwendbare LSA-Daten deutlich früher verfügbar als eine fertige technische Dokumentation und sie enthalten meist mehr Information bzgl. Personal- und Ausbildungsbedarf.

Um eine ausreichende Qualifikation des Personals für Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz sicherzustellen, ist sowohl die erforderliche Erstausbildung als auch die spätere Regenerationsausbildung rechtzeitig zu ermitteln und zu planen. Zu diesem Zweck ist eine sog. Training Needs Analysis (TNA) durchzuführen. Die Ergebnisse dieser Analyse sind:

- Identifikation der Instandhaltungsmaßnahmen oder Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz, die nicht speziell ausgebildet werden müssen, da sie über eine grundlegend geforderte Basisqualifikation bei der Bundeswehr abgedeckt sind
- Identifikation der Instandhaltungsmaßnahmen oder Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz, die eine produktspezifische Zusatzausbildung erfordern, oder für die eine gesonderte Zertifizierung (⇒ Befähigungsnachweise/Lehrgangszugnisse durch entsprechende Ausbildungseinrichtungen/Schulen) verbindlich benötigt wird
- Festlegung der geeigneten Ausbildungsmethoden inkl. Ausbildungseinrichtungen und Ausbildungsmittel, z.B.:
 - Theoretische Ausbildung im Klassenraum unter Nutzung von entsprechenden Ausbildungsunterlagen
 - Nutzung von Ausbildungs-Software (Computer Based Training, CBT)
 - Nutzung von Simulatoren
 - Ausbildung am Arbeitsplatz (AAP) direkt am Produkt

Die geeignete Basis für die Durchführung einer TNA sind LSA-Daten. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Informationen, die durch entsprechende Datenelemente direkt dem Thema Personal/Ausbildung zugeordnet sind, bieten LSA-Daten weitere Kriterien zur Bewertung des Schwierigkeitsgrades einer Instandhaltungsmaßnahme oder einer Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz. Mit steigendem Schwierigkeitsgrad einer Maßnahme steigt der Ausbildungsbedarf. Daher sind auch die folgenden Aspekte aus den LSA-Daten Indikatoren für erhöhte Anforderungen an die Ausbildung von Personal und damit relevant für eine TNA:

- Umfangreiche und komplexe Tätigkeitsbeschreibungen
- Warn- und Gefahrenhinweise
- Bedarf an speziellen Sonderwerkzeugen, Prüfgeräten oder Prüfmittel, deren Bedienung eine gesonderte Ausbildung erfordert
- Umgang mit speziellen Materialien/Chemikalien, deren Handhabung eine gesonderte Ausbildung erfordert (z.B. Munition, Sprengstoffe)

Vorgehensweise zur Sicherstellung der erforderlichen Erst- und Regenerationsausbildung für Instandhaltungspersonal und Personal zur logistischen Unterstützung im Betrieb/Einsatz bei der Bundeswehr:

Bundeswehr (IPT, PL) und Industrie müssen im Rahmen einer ILS Guidance Conference ein verbindliches Regelwerk zur Ermittlung des erforderlichen Personalbedarfs und der damit verbundenen Erst- und Regenerationsausbildung vereinbaren. Diese Regeln beinhalten als Minimum:

- Zur Unterstützung der Personalplanung ist die LSA-Datenbank als geeignete Quelle zu nutzen. Es ist sicherzustellen, dass die dafür erforderlichen Datenelemente ausgewählt sind und entsprechend befüllt werden. Falls Inhalte der technischen Dokumentation ebenfalls genutzt werden sollen, ist dies gesondert zu beschreiben und festzulegen.
- Die Identifikation der erforderlichen Erst- und Regenerationsausbildung ist durch eine TNA sicherzustellen. Die TNA verwendet die Inhalte der LSA-Datenbank als verbindliche Grundlage. Falls Inhalte der technischen Dokumentation ebenfalls genutzt werden sollen, ist dies gesondert zu beschreiben und festzulegen.
- Der Workflow zwischen LSA und dem ILS-Element Personal ist festzulegen, heißt:
 - Die Personalplanung bzgl. Qualifikation/Anzahl und die Durchführung einer TNA erfordert validierte und von der Bundeswehr akzeptierte LSA-Daten. Das Risiko von fehlendem Personal zu Beginn einer Produktnutzung ist auszuschließen. Gleiches gilt für fehlende, falsche oder sinnlose (z.B. für Tätigkeiten, die nie bei der Bundeswehr durchgeführt werden) Ausbildung von vorhandenem Personal.
 - Wann und wie müssen Änderungen in den LSA-Daten bzgl. Personalbedarf und Ausbildung (speziell Regenerationsausbildung) berücksichtigt werden?

3.4.2.5. Infrastruktur

Ein Sonderfall im Bereich der ILS-Elemente ist die Ausplanung und der Bau von Infrastruktur. Hierunter fallen z.B. Betriebsgebäude, Verkehrswege, Instandhaltungseinrichtungen (Wartungshallen, Werkstätten) oder Lagerhallen. Die Ausplanung und der Bau von Infrastruktur erfordern meist eine entsprechende Vorlaufzeit und die Durchführungszeit zieht sich über einen längeren Zeitraum.

Der prinzipielle Bedarf an Infrastruktur ist meist bereits früh im Projekt bekannt. Die Anforderungen ergeben sich i.d.R. aus den verschiedenen Lösungsalternativen, welche durch das IPT im Rahmen der Analysephase 2 (siehe auch Kapitel 4.3.1 und 4.3.1.1) erarbeitet werden. Nach der Festlegung der geplanten Nutzung und der Instandhaltungsstrategie sind grundlegende Entscheidungen bereits getroffen und es kann i.d.R. mit der Planung der zu errichtenden Infrastruktur begonnen werden. Mit der finalen Auswahlentscheidung (AWE) sind die entsprechenden Anforderungen an den Bereich Infrastruktur zu stellen. Detaillierte Ergebnisse aus dem LSA-Prozess (z.B. aus einer MTA) sind dafür nicht erforderlich. Auch die grundlegende Ausstattung von Infrastruktur (z.B. Wasser, Elektrizität, Sanitäranlagen, Gas, Klimatisierung, Druckluft, Ölabscheider) wird nicht über einen LSA-Prozess identifiziert.

Obwohl der LSA-Prozess bei der Bedarfsermittlung bzgl. Infrastruktur i.d.R. keine Rolle spielt, ist die Dokumentation von Infrastruktur in der LSA-Datenbank trotzdem sinnvoll. Zum einen ist die Vollständigkeit der Basisinformation in der LSA-Datenbank dadurch gewährleistet, zum anderen kann durch geeignete Auswertung der LSA-Daten die benötigte zusätzliche Ausstattung der entsprechenden Infrastruktureinrichtung (z.B. Sonderwerkzeuge, Prüfgeräte und Prüfmittel in einer Instandhaltungseinrichtung) zugeordnet werden (⇒ welches Werkzeug gehört wohin?).

Vorgehensweise zur Sicherstellung der rechtzeitigen Verfügbarkeit von Infrastruktur und zur Ausstattungsplanung für Infrastruktureinrichtungen:

Der Bedarf an Infrastruktur für die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen ist frühzeitig zu definieren. Die Anforderungen müssen sich aus den Lösungsalternativen ergeben. Mit der AWE sind die Anforderungen an den Bereich Infrastruktur zu stellen. Bestehende Infrastruktur ist ggf. anzupassen. Neuer Infrastrukturbedarf muss nach den einschlägigen Bestimmungen langfristig geplant und angemeldet werden (siehe auch [8], Kapitel 4.1).

Bundeswehr (IPT, PL) und Industrie müssen im Rahmen einer ILS Guidance Conference ein verbindliches Regelwerk zur Dokumentation von Infrastruktur in den LSA-Daten vereinbaren. Diese Regeln beinhalten als Minimum:

- Die Dokumentation von Infrastruktur in der LSA-Datenbank dient nicht der Identifikation des eigentlichen Infrastrukturbedarfs
- Dokumentation von Infrastruktur in der LSA-Datenbank unterstützt die Identifikation der zusätzlichen Ausstattung von Infrastruktureinrichtungen. Entsprechende Auswertungen aus den LSA-Daten zur Unterstützung der Ausstattungsplanung bei der Bundeswehr sind zu definieren und von der Industrie einzufordern.

3.5. Die S3000L im Kontext der ASD/AIA ILS Specification Suite

3.5.1. Die Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite

Die ILS-Elemente Technische Dokumentation, Ersatzteilversorgung, In-Service Data Feedback und Training sind durch entsprechende Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite (S1000D, S2000M, S5000F und S6000T) abgedeckt. Relevant für die Nutzung und bereits in der Bundeswehr verbindlich eingeführt sind derzeit die S1000D und die S2000M (siehe [16]).

Im Bereich der technisch/logistischen Analysetätigkeiten decken die Spezifikationen S3000L und S4000P einen großen Teil der Analysetätigkeiten im Bereich des Support Engineerings ab. Durch die Erstellung von Leitfäden zur Anwendung (u.a. dieses Dokument) wird die Anwendbarkeit in der Bundeswehr vorangetrieben. Alle weiteren Spezifikationen spielen derzeit im Bereich der Bundeswehr noch keine oder eine untergeordnete Rolle bzgl. Nutzarmachung oder Anwendung in der Praxis. Die Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite sind:

Tabelle 1: Die Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite

Spezifikationsnummer	Spezifikations-Bezeichnung	Relevanz für die Bundeswehr
S1000D	International specification for technical publications using a common source database	Eingeführt, nationales Guidance Document vorhanden
S2000M	International specification for material management - Integrated data processing for military equipment	Eingeführt, nationales Guidance Document vorhanden
S3000L	International procedure specification for Logistic Support Analysis (LSA)	Einführung angestrebt
S4000P	International specification for developing and continuously improving preventive maintenance	Einführung angestrebt
S5000F	International specification for in-service data feedback	In Prüfung
S6000T	International procedure specification for Training/TNA	Derzeit nicht relevant

SX000i	International guide for the use of the S-Series Integrated Logistic Support (ILS) specifications	Derzeit nicht relevant
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------

Anmerkung:

Die Spezifikation S6000T - International procedure specification for Training/TNA ist derzeit bei der ASD in der Entwicklung. Die Herausgabe eines ersten Entwurfs (Issue 0.1) zur Kommentierung ist geplant für Ende 2017. Eine erste offizielle Version (Issue 1.0) wird voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2018 veröffentlicht.

3.5.2. Zusammenspiel der ASD/AIA ILS Spezifikationen

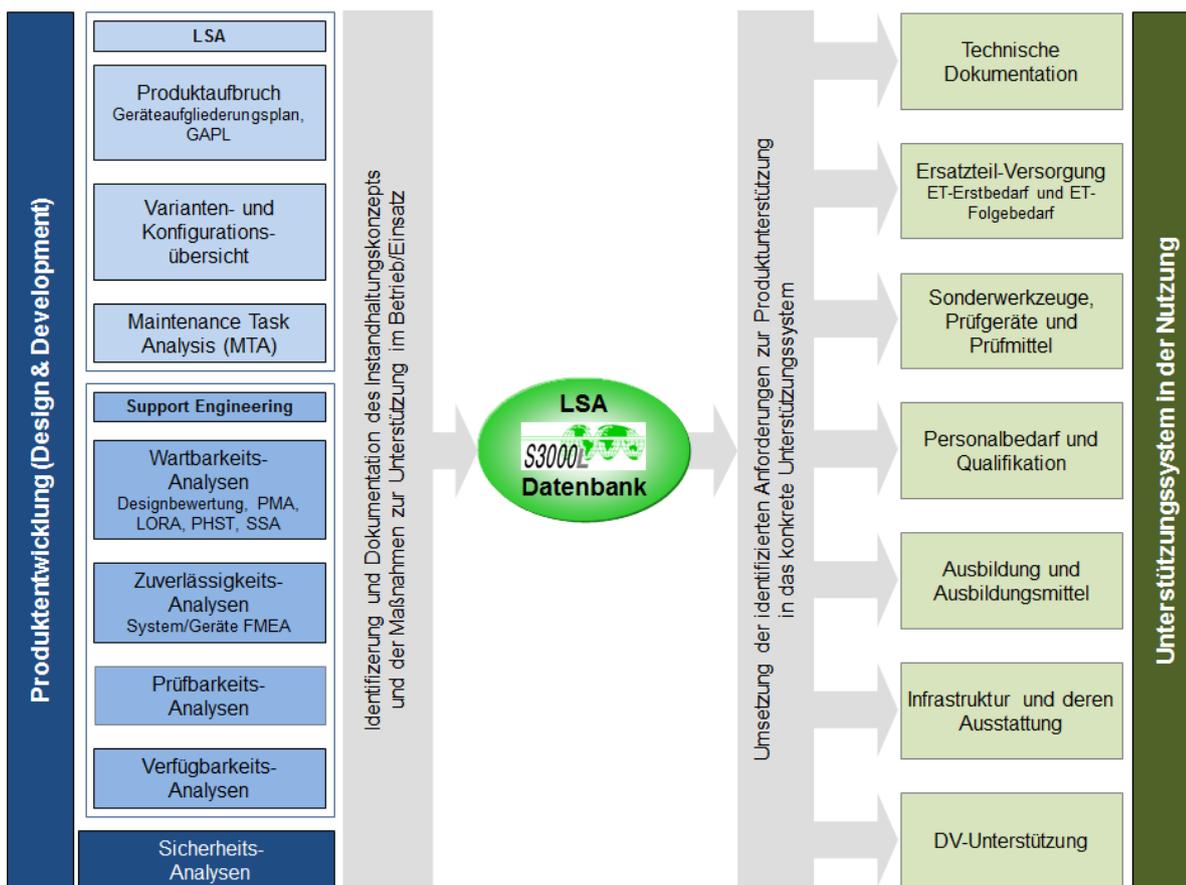


Abbildung 4 zeigt das Zusammenwirken der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite zwischen Produktentwicklung und Produktnutzung. Analytische Anteile und ILS-Elemente sind dabei durch Informations- bzw. Datenaustauschprozesse über den LSA-Prozess miteinander verknüpft. Ebenso ist die Produktentwicklung (Design & Development) mit den Analysedisziplinen des Support Engineerings und mit dem LSA-Prozess verknüpft. Daten- und Informationsrückfluss aus der Nutzung in die verschiedenen Bereiche ILS, Support Engineering und Produktentwicklung komplettieren die Daten- und Informationsströme.

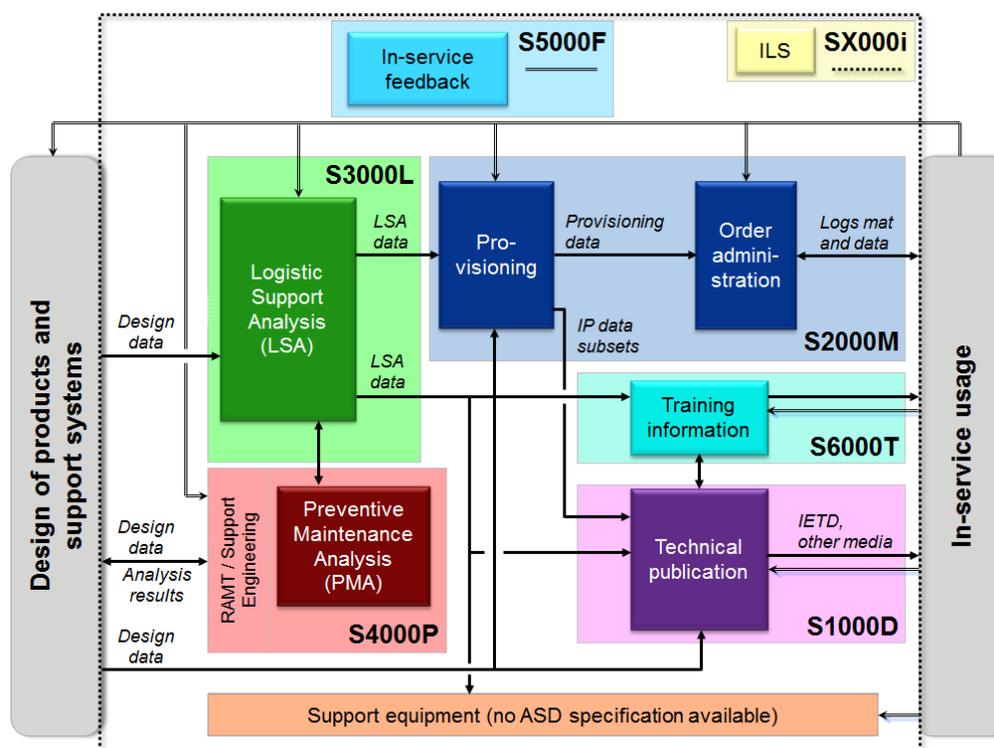


Abbildung 5: Das Zusammenspiel der Spezifikationen der ASD/AIA ILS-Specification Suite

Zum Zweck des Datenaustausches werden in den einzelnen Steering Committees der Spezifikationen und in der ASD/AIA Arbeitsgruppe DMEWG (Data Modeling & Exchange Working Group) die DV-technischen Vorgaben erarbeitet und gepflegt.

Die typischen, potentiell notwendigen Datenaustauschwege sind:

- Inhalte einer Disziplin werden an die Bundeswehr übermittelt (z.B. LSA-Datenbestand nach S3000L)
 - ⇒ erfordert die Entwicklung von Datenaustauschformaten zur Übermittlung der Daten an die Bundeswehr, derzeit realisiert über entsprechende XML-Schemata.

Aktuell verfügbar sind XML-Schemata für: S1000D, S2000M, S3000L, S5000F ²

Aktuell geplant sind XML-Schemata für: S4000P (geplant in 2018), S6000T (mittelfristig)

- ILS-Elemente müssen Industrie-intern untereinander Daten austauschen (z.B. Datenfluss von S3000L Richtung S1000D)
 - ⇒ erfordert die Entwicklung eines gemeinsamen Datenmodells für diejenigen Datenelemente, welche in mindestens 2 Spezifikationen gleichartig verwendet werden (siehe Kapitel 5.5) und Datenaustausch-Spezifikationen für die Disziplinen untereinander (z.B. S3000L ⇒ S1000D)

Aktuell verfügbar ist das Common Data Model (CDM): SX002D, Version 1.1 (siehe Kapitel 5.5)

Aktuell in Bearbeitung sind folgende X-Spezifikationen: S1000X, S2000X, S3000X, S4000X

Anmerkung:

Die volle Funktionalität der ASD/AIA ILS Specification Suite bezüglich der DV-Grundlagen ist gegeben, wenn alle XML-Schemata und alle X-Spezifikationen vorliegen (siehe auch Kapitel 5.5 und 5.6. Aktuell sind Datenlieferungen zum Kunden bereits uneingeschränkt möglich (Ausnahme S4000P). Die Datenflüsse zwischen den Disziplinen werden Industrie-intern gesteuert und i.d.R. mit internen Verfahren realisiert. Die Erstellung

² Stand der Entwicklung aller Vorgaben zum Datenaustausch in der DMEWG (Common Data Model SX002D und XML-Schemata) und in den Steering Committees der Spezifikationen (S1000X, S2000X, S3000X, S4000X) von Juni 2017

der X-Spezifikationen wird die Industrie-interne Daten-Kommunikation zwischen den Disziplinen Schritt für Schritt weiter vereinfachen.

Die Komplexität des Zusammenspiels aller Informationsflüsse erfordert Planung und Steuerung. Die Disziplinen aus dem Bereich des Support Engineerings liefern die zu Grunde liegenden Analyseergebnisse, die ILS-Elemente liefern die für den Nutzer relevanten logistischen Endprodukte für die Unterstützung der Nutzung eines Produkts. Alle Disziplinen müssen integriert arbeiten, um das Risiko sich widersprechender Datenbestände zu vermeiden.

Vorgehensweise für die Sicherstellung der integrierten Arbeitsweise aller ILS-Elemente und Analysedisziplinen:

- Disziplinübergreifende Festlegungen sind zwingend erforderlich, um das Zusammenspiel der verschiedenen Bereiche zu regeln. Als Minimum sind daher durchzuführen:
 - RM&T Guidance Conference zur Harmonisierung der Analysetätigkeiten im Bereich Support Engineering unter Beteiligung des/der PL und von Fachleuten aus dem IPT der Bundeswehr und der Industrie. Die Ergebnisse dieser RM&T Guidance Conference sind im PLK (siehe [8]) zu dokumentieren und über alle Projektphasen fortzuschreiben.
 - ILS Guidance Conference zur Harmonisierung der Tätigkeiten im Bereich ILS-Elemente unter Beteiligung des/der PL und von Fachleuten aus dem IPT der Bundeswehr und der Industrie. Ergebnisse dieser ILS Guidance Conference sind im PLK (siehe [8]) zu dokumentieren und über alle Projektphasen fortzuschreiben.
- Zu jeder disziplinübergreifenden Guidance Conference sind LSA-Fachleute hinzuzuziehen, da der LSA-Prozess das disziplinverbindende Element im ILS-Gesamtprozess darstellt (beispielsweise wird die LSA-Datenbank von nahezu allen Disziplinen genutzt, sei es zur Speicherung von Daten oder zur Nutzung als verbindliche Informationsquelle).
- Disziplinspezifische Festlegungen sind ebenfalls zwingend erforderlich. Jedes ILS-Element, LSA und die Analysedisziplinen des Support Engineerings arbeiten auf der Basis von verbindlichen Durchführungsbestimmungen (z.B. in Form eines Guidance Documents oder eines Process & Procedure Handbooks (PPH), im Sprachgebrauch der Bundeswehr auch „Verfahrensdokument“ genannt).
 - Die disziplinspezifischen Festlegungen sind pro Disziplin in einer entsprechenden Guidance Conference unter Beteiligung von Fachleuten aus dem IPT der Bundeswehr und der Industrie zu erarbeiten
 - Bereits getroffene disziplinübergreifende Vereinbarungen (siehe oben) sind zu berücksichtigen
 - Die Festlegungen sind verbindlich und können im Laufe eines Projekts nur durch Zustimmung aller am jeweiligen Prozess Beteiligten geändert werden.

Anmerkung:

Die Anwendung der Prinzipien des ILS ist in der Bundeswehr bereits in verschiedenen Dokumenten gefordert bzw. beschrieben. Die Nutzung des ILS-Ansatzes als integraler Bestandteil aller Phasen der Verfahrensvorschrift A-1500/3 (CPM (nov.)), siehe [1], und die Nutzung des LSA-Prozesses werden in [5] gefordert. Der ILS-Ansatz der Bundeswehr inkl. der Nutzung des LSA-Prozesses als ein wesentliches Werkzeug in der ILS-Gesamtsicht ist in [9] beschrieben.

4. Anwendung der S3000L im Kontext des CPM (nov.)

4.1. Die Grundlage - CPM (nov.)

Die Verfahrensanweisung CPM (nov.), siehe [1], ist die Grundlage der Bundeswehr zur fähigkeitsorientierten Bedarfsermittlung, zeitgerechten und wirtschaftlichen Bedarfsdeckung mit einsatzreifen Produkten und Dienstleistungen und deren effizienter Nutzung. Übergeordnetes Ziel ist es, Qualität, Effizienz und Flexibilität mit klaren Verantwortlichkeiten, eindeutigen Entscheidungskompetenzen und reduzierten Schnittstellen zu kombinieren, um die Streitkräfte optimal zu unterstützen.

Anmerkung:

Der Leitfaden behandelt nur die materielle Bedarfsdeckung über OrgBer A / Kategorie RüNu (BAAINBw).

4.1.1. Zeitlicher Projektablauf nach CPM (nov.)

Der zeitliche Ablauf des Beschaffungsprozesses nach CPM (nov.) ist in drei Hauptphasen gegliedert:

- Analysephase, bestehend aus Analysephase Teil 1 (A1) und Analysephase Teil 2 (A2)
- Realisierungsphase (R)
- Nutzungsphase (N), mit anschließender Verwertungsphase (V)

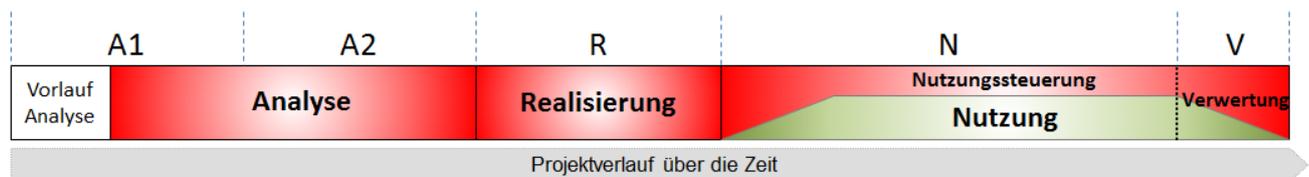


Abbildung 6: Projektphasen nach CPM (nov.)

In der Regel ist die Nutzungsphase die längste Phase und ist damit bei der Betrachtung von Lebenswegkosten über alle Projektphasen von zentraler Bedeutung.

In den einzelnen Projektphasen sind Tätigkeiten im Kontext ILS oder im Kontext LSA gefordert. In [9], Kapitel 3.2 wurden dazu entsprechende tabellarische Übersichten entwickelt. Die Inhalte der Tätigkeiten sind in verschiedenen Kapiteln in [5] (inklusive zugehöriger Anlagen) beschrieben. Diese Übersichten sind die Basis für die Zuordnung der zentralen Tätigkeiten (im Kontext LSA) zu den einzelnen CPM-Projektphasen in den Kapiteln 4.2, 4.3, 4.4 und 4.5. In diesem Leitfaden werden die in [9], Kapitel 3.2, gelisteten Tätigkeiten auf den Themenkomplex LSA fokussiert und die wichtigsten Analysetätigkeiten und deren Ergebnisse beschrieben.

4.1.2. Die LSA-Aktivitäten in den CPM-Projektphasen

In der folgenden Tabelle finden sich die Zuordnungen der LSA-Tätigkeiten auf die CPM-Projektphasen (angelehnt an [9], Kapitel 3.2). Dabei ist in der Spalte „Relevanz“ der Detaillierungsgrad der LSA-Tätigkeit für diese CPM-Phase festgelegt. Die Nicht-Zuordnung von Tätigkeiten zu einzelnen Phasen schließt nicht automatisch aus, dass in diesen Phasen diese Tätigkeiten in irgendeiner Form auch relevant sein können. Es gilt die projektspezifischen Besonderheiten zu berücksichtigen und daraus die notwendigen Tätigkeiten in Umfang und Tiefe festzulegen.

Die Abkürzungen für die Relevanz sind folgendermaßen zu interpretieren:

- E** Durchführung erster vorbereitender Tätigkeiten (z.B. Definieren von Regeln für die spätere Durchführung einer Tätigkeit)
- H** Initiale Durchführung einer Tätigkeit (z.B. Erstellen eines ersten Produktaufbruchs)

- F** Fortschreiben der Ergebnisse von LSA-Tätigkeiten im weiteren Verlauf des Projekts, sobald sich die Notwendigkeit durch Änderungen z.B. am Produkt, am Unterstützungssystem oder an den Einsatzrahmenbedingungen ergibt.

Tabelle 2: Zuweisung der LSA-Aktivitäten zu den CPM-Projektphasen

Tätigkeit	A1	A2	R	N	V
Logistisches Umfeld früher als „Use Study“ bezeichnet	H	F			
Comparative Analysis Vergleichende Betrachtungen mit Erfahrungen im Einsatz ähnlicher oder gleicher Produkte bei der Bundeswehr oder bei internationalen Partnern		EH	F	F	
Human Factor Analysis (HFA)	E	H	F	F	F
General LSA Needs Identifizierung der organisatorischen Forderungen an einen LSA-Prozess (z.B. LSA-Datenbank, Datenaustausch, Reports, Mitwirkung Bundeswehr, etc...)	E	H	F	F	
Configuration Assessment Logistischer Produktaufbruch	F	EH	H	F	
Definition des LSA-Umfangs Definition der Regeln zur LSA-Kandidatenauswahl und Auswahl der LSA-Kandidaten	E	EH	H	F	
Reliability Analysis (Zuverlässigkeitsanalysen)	E	E	H	F	
Maintainability Analysis (Wartbarkeitsanalysen)	E	E	H	F	
Testability Analysis (Prüfbarkeitsanalysen)	E	EH	H	F	
LSA FMEA*		E	H	F	
Preventive Maintenance Analysis (PMA)*		E	H	F	
Damage Analysis*		E	H	F	
Special Event Analysis*		E	H	F	
Operations Analysis Ermittlung der zusätzlichen Unterstützungstätigkeiten (daraus ergeben sich z.B. Vorgaben für Verpackung, Handhabung, Lagerung, Transport)		EH	H	F	
Maintenance Task Analysis (MTA)		E	H	F	
Level of Repair Analysis (LORA)		E	H	F	
Software Support Analysis (SSA)		E	H	F	
Training Needs Analysis (TNA)		E	H	F	
Disposal Analysis		E	H	F	F
Simulation Scenarios		E	H	F	
* entspricht den Analysen zur Ermittlung der Instandhaltungstätigkeiten					

4.1.3. CPM-Dokumente

Für jede der Phasen sind die Ergebnisse der aktuellen Phase zu dokumentieren bzw. fortzuschreiben und die Forderungen und Vorgaben für die nächste Phase festzulegen. Dazu dienen die verbindlich zu erstellenden CPM-Dokumente:

Tabelle 3: CPM-Dokumente

FFF Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung FFF(S) Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung (Sofortinitiative)	Beschreibung der Fähigkeitslücke, Formulierung der funktionalen Forderungen und Vorgaben für die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen, Forderungen zur Unterstützbarkeit müssen hier bereits ausgearbeitet werden.
AWE Auswahlentscheidung	Auswahl eines Lösungsvorschlags, der AWE kommt als haushaltsbegründendes Dokument besondere Bedeutung zu, denn Aktivitäten, die hier nicht gefordert wurden, können später nur mit entsprechendem Aufwand nachgefordert werden. Dies trifft in besonderem Maß auf alle Analysetätigkeiten im Rahmen eines LSA-Prozesses zu.
GeNu Genehmigung zur Nutzung	Nach erfolgreicher integrierter Nachweisführung und Einsatzprüfung erfolgt die Genehmigung zur Nutzung durch den Präsidenten/die Präsidentin (Präs) BAAINBw (oder durch den/die PL im Falle der Projektkategorie C oder D). Erforderliche Restmaßnahmen zur HdE und vorläufige Einschränkungen in der Nutzung werden in der GeNu dokumentiert, inkl. der Planung aller erforderlichen Maßnahmen zur Herstellung der vollen Einsatzreife bzw. Einsatzbereitschaft.

4.1.4. Die CPM-Projektelemente

In allen Phasen des CPM-Prozesses werden wiederholt die sog. CPM-Projektelemente als wichtige zu planende bzw. zu berücksichtigende Bestandteile eines Projekts genannt. Jedes Projektelement für sich stellt einen wichtigen Baustein für die erfolgreiche Einführung und Nutzung eines Produkts dar. Die CPM-Projektelemente sind:

- Technische und wirtschaftliche Anteile
- Führung / Einsatz
- Organisation
- Personal / Ausbildung
- Logistik
- Infrastrukturmaßnahmen
- Arbeitssicherheit
- IT-Sicherheit
- Militärische Sicherheit
- Verkehrssicherheit (einschließlich Flugsicherheit)
- Ergonomie
- Geoinformationswesen der Bundeswehr
- Umweltschutz

Eine Auflistung und kurze Beschreibung der Inhalte der CPM-Projektelemente findet sich in [1], Anhang 5.

In Abbildung 7 wird die Relevanz der Projektelemente für den LSA-Prozess in Form eines "Radar-Screens" grafisch dargestellt. Je weiter außen ein Projektelement in Abbildung 7 angeordnet ist, desto wenig relevant ist es für den LSA-Prozess.

Das Projektelement **Logistik** ist in Abbildung 7 dem S3000L LSA-Prozess am nächsten zugeordnet. Die Herstellung der Einsatzreife ist in hohem Maß von der erfolgreichen Ausgestaltung des

Projektelements Logistik abhängig, daher müssen speziell in Projekten mit hohen Entwicklungsanteilen logistische Forderungen gleichwertig neben den technischen Forderungen betrachtet werden. Aufgrund der Tatsache, dass im Projektelement Logistik die zentralen Themen der Produktunterstützung erarbeitet werden, muss diesem Projektelement besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Aus diesem Grund wurde in der Bundeswehr bereits ein Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements **Logistik** (siehe [5]) im BAAINBw, Q3.1, entwickelt. Ergänzend zu diesem Leitfaden des BAAINBw wurden detaillierte Arbeitshilfen (Anlagen 1-8) erstellt.

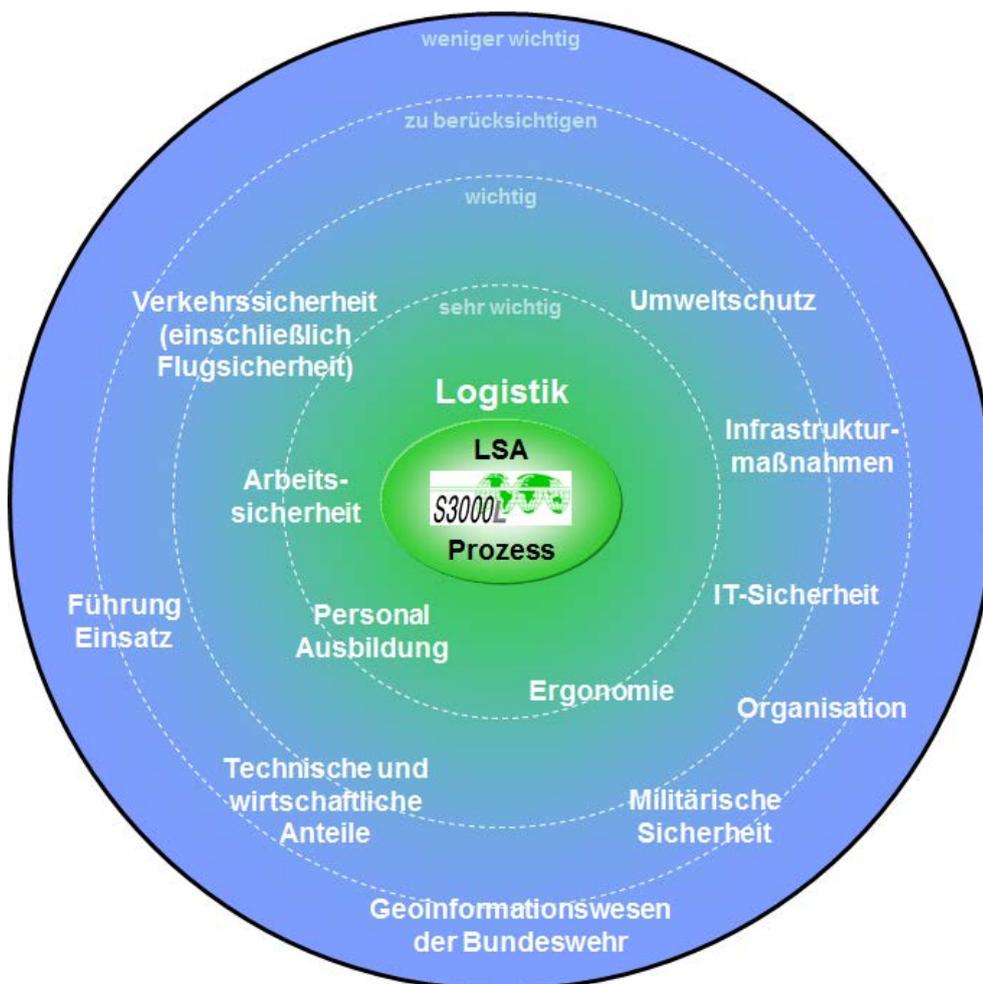


Abbildung 7: Radar-Screen der Projektelemente

Neben dem Projektelement Logistik gibt es weitere Projektelemente mit Anteilen zum Thema Produktunterstützung. Im Rahmen eines integrierten Ansatzes und durch Anwendung des ILS-Prozesses und des LSA-Prozesses sind auch diese Projektelemente bei der Ausgestaltung des logistischen Unterstützungssystems zu berücksichtigen

- Personal/Ausbildung
- Arbeitssicherheit
- Ergonomie
- Umweltschutz
- IT-Sicherheit
- Verkehrssicherheit (einschließlich Flugsicherheit)
- Infrastrukturmaßnahmen

4.2. Analysephase (Teil 1)

4.2.1. Zugehörige CPM-Phasendokumente

4.2.1.1. FFF und FFF(S)

Die Beschreibung/Dokumentation der zu schließenden Fähigkeitslücke erfolgt in den Phasendokumenten FFF bzw. FFF(S). Nach der Beschreibung der Fähigkeitslücke erfolgt die Definition der funktionalen Forderungen in der FFF/FFF(S). Aus der Sicht der Unterstützbarkeit sind hier bereits die grundlegenden Forderungen bzgl. des technisch/logistischen Analysebedarfs, des LSA-Prozesses und der Anwendung von ILS einzufordern.

Das Fähigkeitsmanagement und damit auch die Ermittlung der Fähigkeitslücken erfolgt im Wesentlichen Bw-intern und werden durch den LSA-Prozess nicht unterstützt. Verantwortlich für das Fähigkeitsmanagement der Bundeswehr ist die Abteilung Planung im BMVg, sowie das Planungsamt der Bundeswehr (PlgABw), welches als unmittelbar nachgeordnete höhere Kommandobehörde dem BMVg direkt unterstellt ist.

4.2.1.2. Besonderheiten der FFF(S)

Im Falle von unvorhersehbar auftretendem, dringendem Einsatzbedarf, der nur durch eine Beschaffung von Produkten gedeckt werden kann, ist der Zeitfaktor der dominierende Treiber. Potentielle Lösungsvorschläge können bereits in der FFF(S) eingebracht werden, oder potentielle Lösungsvorschläge werden auf der Basis der zeitkritischen Realisierbarkeit von vornherein eingeschränkt.

Beim Erarbeiten von Lösungsvorschlägen auf Basis einer FFF(S) werden bevorzugt solche herangezogen, die eine schnelle Bedarfsdeckung gewährleisten. Geforderte Fähigkeiten sind immer gegen den frühestmöglichen Einsatzzeitpunkt abzuwägen. Längere Entwicklungsprozesse für neue Produkte oder gar für neue Technologien sind hierbei nicht zielführend, denn die zur Verfügung stehende Realisierungszeit zwischen AWE und GeNu ist im CPM (nov.) auf maximal 6 Monate festgelegt. Damit entfällt auch ein umfangreicher LSA-Prozess mit Durchführung von umfangreichen technisch/logistischen Analysen. Im Falle einer FFF(S) sind marktverfügbare Lösungen zu bevorzugen, also CGM-Produkte mit bereits mehr oder weniger ausgearbeiteten Unterstützungskonzepten für den geplanten Einsatz.

Die Forderung von schneller Verfügbarkeit für den Einsatz bedingt u.U. einen Verzicht auf funktionale Forderungen im Bereich der Unterstützbarkeit. Auch wenn eine Beschaffung unter hohem Zeitdruck durchzuführen ist, so ist doch auch im Falle einer FFF(S) eine minimale Analyse der für die Unterstützbarkeit relevanten Projektelemente erforderlich. Dies reduziert das Risiko, dass sich ein auf den ersten Blick technisch geeignetes Produkt aufgrund mangelnder Unterstützbarkeit im Einsatz als nicht brauchbar erweist. Als minimaler Analyseansatz bietet sich an:

- Ausschluss von Produkten mit unzureichendem oder gar fehlendem Unterstützungskonzept
- Hinterfragen der vom Hersteller eines CGM-Produkts garantierten Unterstützbarkeit unter den zu erwartenden Einsatzbedingungen (Best Engineering Judgement), speziell für die Unterstützbarkeit unumgängliche KPIs sind zu überprüfen
- Vergleichende Betrachtungen von Erfahrungen im Bereich der Bundeswehr oder bei internationalen Partnern mit ähnlichen Produkten unter ähnlichen Einsatzbedingungen
- Einfordern von Expertise/Erfahrungen aus der Industrie, falls vergaberechtlich zulässig und zeitlich vertretbar

4.2.2. LSA-Aktivitäten in der Analysephase (Teil 1)

Die relevanten LSA-Aktivitäten für die Analysephase (Teil 1) sind in Tabelle 2 gelistet.

4.2.3. Beiträge aus dem LSA-Prozess zur Analysephase (Teil 1)

Nach der Ermittlung einer Fähigkeitslücke werden die Möglichkeiten zur deren Schließung untersucht und dokumentiert. Kommt eine materielle Lösung zur Schließung einer Fähigkeitslücke in Betracht (d.h. Bereitstellung von Produkten, Planungskategorie Rüstung), so müssen im Teil 1 der Analysephase die entsprechenden funktionalen Forderungen erarbeitet und in den Phasendokumenten FFF oder FFF(S) dokumentiert werden.

In einer FFF/FFF(S) müssen funktionale Forderungen aus der Sicht der Instandhaltbarkeit und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz abgedeckt werden. Dazu wurden vom BAAINBw, Q3.1, Fragenkataloge erarbeitet (siehe [6] und [10], Beilage 9 und 10) die sicherstellen, dass bei der Ausarbeitung der funktionalen Forderungen in einer FFF/FFF(S) alle relevanten Aspekte zur Instandhaltung und Produktunterstützung im Betrieb/Einsatz erfasst werden.

Anmerkung:

Bei der Erstellung dieser Fragenkataloge wurden Inhalte der S3000L genutzt. In [10], Beilage 9 und 10, finden sich die Fragen zur Erstellung der S3000L-Dokumente Operational Requirements Document (ORD) und Customer Requirements Document (CRD). Diese Fragen wurden durch das BAAINBw den Anforderungen der Bundeswehr angepasst und ins Deutsche übersetzt. Zur Unterstützung der Festlegung einer logistischen Strategie (siehe Kapitel 3.2.2) bietet die S3000L zusätzlich die sog. „General Usage Aspects“, welche in [10], Beilage 6 durch das BAAINBw umgesetzt wurden.

Für die Analysephase (Teil 1) können bereits Elemente des LSA-Prozesses nach S3000L herangezogen werden, denn es sind erste konzeptionelle Rahmenbedingungen zu erarbeiten, welche u.a. die zu erreichende Instandhaltbarkeit eines einzuführenden Produkts und dessen Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz beeinflussen.

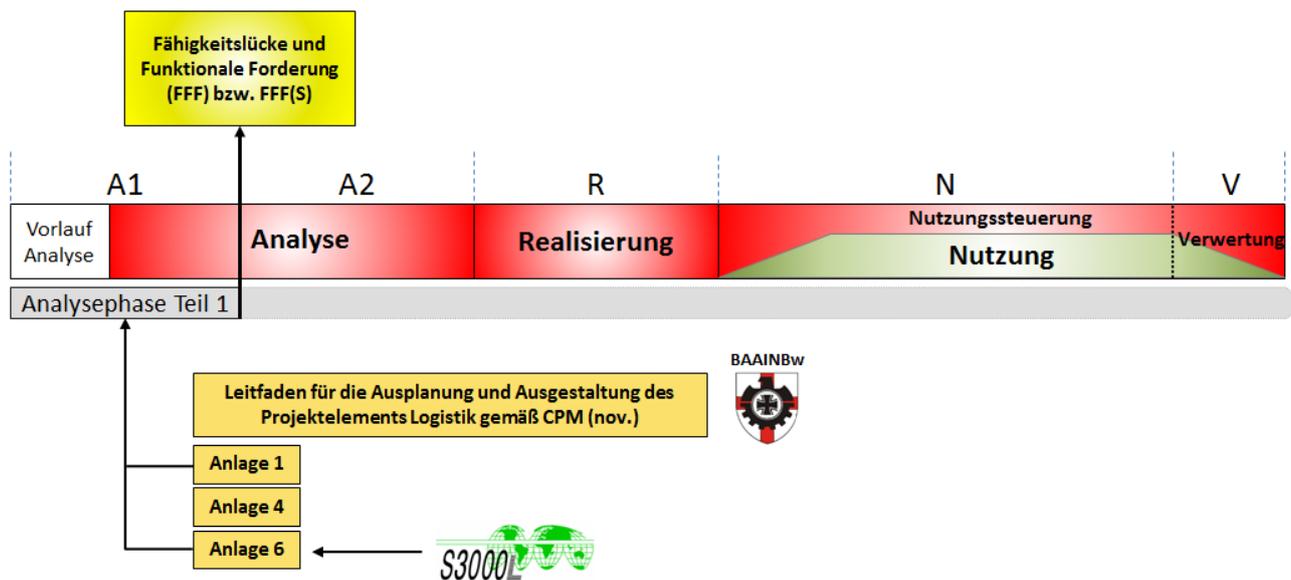


Abbildung 8: Input und Output für die Analysephase (Teil 1)

Die technische Auslegung eines Produkts bestimmt maßgeblich den in der Nutzung erforderlichen Unterstützungsaufwand (Logistic Support Costs, LSC) und damit einen erheblichen Anteil der LCC. Bei der Bewertung von technischen Lösungen sind daher Aspekte der Instandhaltung und Produktunterstützung im Betrieb/Einsatz als wesentliche Kriterien bereits früh einzubringen (neben der technischen bzw. technologischen Realisierung, der Marktverfügbarkeit und den operationellen Fähigkeiten). Hierzu sind logistische Forderungen zu erarbeiten, auf deren Basis die Bewertung möglicher Alternativen auch aus Sicht der Instandhaltung und Produktunterstützung im Betrieb/Einsatz vorgenommen werden kann.

Anmerkung:

In der frühen Analysephase sind Vorgaben für bestimmte Projektelemente nur bedingt zu ermitteln. Soweit bestimmbar, können konzeptionelle Aussagen gemacht werden, die jedoch nicht den Auswahlprozess verschiedener Lösungsmöglichkeiten einschränken dürfen.

4.2.4. Zusammenfassung und Vorgehensweise für Analysephase (Teil 1)

In der Analysephase (Teil 1) ist die Festlegung der Rahmenbedingungen für das Beschaffungsprojekt die vorrangige Aufgabe. Dazu gehören auch die allgemeinen Vorgaben zur Realisierung des zum Produkt gehörenden Unterstützungssystems. Budget für die Durchführung der technisch/logistischen Analysen im späteren LSA-Prozess ist hier zu fordern und zu begründen. Aspekte der Unterstützbarkeit, die im Rahmen der Analysephase nicht berücksichtigt wurden, können zu einem späteren Zeitpunkt oft nur mittels aufwändiger Nachverhandlungen in ein Projekt eingebracht werden.

Die zu beachtenden Rahmenbedingungen werden im Verlauf der Analysephase (Teil 1) zunächst generell formuliert und dann im Laufe der Ausarbeitung der verschiedenen Lösungsvorschläge in der Analysephase (Teil 2) schrittweise präzisiert.

Vorgehensweise zur Einbindung der LSA-Aktivitäten in die Analysephase (Teil 1):

- Das geplante Nutzungsszenario ist durch die Bundeswehr im PLK (siehe [8]) zu beschreiben. Als Grundlage dienen die auf der S3000L basierenden Fragenkataloge des BAAINBw, siehe [6] und [10]. Die Erstellung der im S3000L beschriebenen Dokumente ORD und CRD ist nicht vorzusehen, deren Inhalte sind bereits durch die Dokumente des BAAINBw (siehe [5], speziell Anlage 1,3 und 6) abgedeckt.
- Das PLK dient über den gesamten Projektablauf als zentrales Hilfsmittel zur Planung, Steuerung und Dokumentation aller Aspekte der Produktunterstützung. Es übernimmt damit u.a. auch die Funktion eines ILS Program Plans (ILS PP) und/oder eines LSA Program Plans (LSA PP). Ein LSA PP wird beispielsweise in der S3000L gefordert.
- Vorschriften bezgl. Arbeitssicherheit und Ausgestaltung von Arbeitsplätzen zum Schutz der Nutzer von Produkten sind frühzeitig auszuwählen ⇒ Human Factors!
- Erste Forderungen an die spätere Durchführung eines LSA-Prozesses sind in der FFF bzw. im PLK zu dokumentieren (z.B. LSA-Datenbank, Datenaustausch, Reports, Mitwirkung Bundeswehr, etc...).
- Erste Forderungen für den Aufbau eines Produktaufbruchs zum Zweck der Nutzung in einem LSA-Prozess sind in der FFF bzw. im PLK zu definieren.
- Erste Forderungen für die Definition von Regeln für die LSA-Kandidatenauswahl sind in der FFF bzw. im PLK zu definieren.
- Erste Forderungen zur Durchführung von Analysen im Bereich des Support Engineerings sind in der FFF bzw. im PLK zu definieren. Werden in diesem Zusammenhang bereits logistische KPIs spezifiziert, so sind diese möglichst genau im PLK zu definieren (z.B. Regeln für Nachweis, Toleranzgrenzen, Berechnungsmethoden)
- Die Besonderheit der FFF(S), eine Beschaffung unter hohem Zeitdruck realisieren zu müssen, darf nicht automatisch dazu führen, die Forderungen nach ausreichend guter Unterstützbarkeit vollständig zu vernachlässigen.

4.3. Analysephase (Teil 2)

4.3.1. Zugehörige CPM-Phasendokumente

4.3.1.1. Auswahlentscheidung (AWE)

Die Entscheidung für einen geeigneten Lösungsweg zur Schließung einer Fähigkeitslücke erfolgt durch den Generalinspekteur/die Generalinspekteurin (GenInsp) und wird in der AWE festgelegt und dokumentiert. Mit dieser Entscheidung ist noch keine Auswahl des letztlich zu beschaffenden Produkts oder der konkreten technischen Lösung getroffen.

In der AWE werden vielmehr die technischen und logistischen Rahmenbedingungen für den weiteren Auswahlprozess festgelegt. Diese Rahmenbedingungen müssen bereits so konkret ausformuliert sein, dass auf ihrer Basis die Erstellung von detaillierten, technisch-funktionalen Leistungsbeschreibungen ermöglicht wird.

Logistische Forderungen bzgl. der Produktunterstützung verursachen oftmals nicht unerhebliche Analyseaufwände. Diese müssen in der AWE begründet und dokumentiert sein, um sicherzustellen, dass erforderliche Haushaltsmittel auch für die Einbringung und Abarbeitung der logistischen Aspekte rechtzeitig zur Verfügung stehen.

Mit der Unterzeichnung der AWE wird die Analysephase formal abgeschlossen.

4.3.2. LSA-Aktivitäten in der Analysephase (Teil 2)

Die relevanten LSA-Aktivitäten für die Analysephase (Teil 2) sind in Tabelle 2 gelistet.

4.3.3. Beiträge aus dem LSA-Prozess zur Analysephase (Teil 2)

4.3.3.1. Erarbeitung von Lösungsvorschlägen

Auf der Grundlage der FFF/FFF(S) werden alternative Lösungsvorschläge erarbeitet. Dabei ist das Wirtschaftlichkeitsgebot des § 7 BHO zu berücksichtigen. Trotzdem muss sichergestellt werden, dass die zu beschaffenden Produkte die Anforderungen bzgl. der Instandhaltbarkeit und Unterstützbarkeit in Betrieb/Einsatz erfüllen.

Forderungen zur Instandhaltbarkeit bzw. zur Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz können je nach eingesetzter Technologie stark voneinander abweichen und unterschiedliche Aufwände für die Produktunterstützung nach sich ziehen. Im Rahmen der Ausarbeitung verschiedener Lösungsvorschläge sind die Projektelemente zu fokussieren, welche in besonderem Maß relevant für die spätere Produktunterstützung sind, allen voran das Projektelement Logistik. Die Umsetzung der generellen Forderungen aus der FFF/FFF(S) in konkrete KPIs zur Produktunterstützung muss konsequent für jeden Lösungsvorschlag erfolgen. Zur Unterstützung der Arbeit des IPT dienen die Arbeitshilfen des Leitfadens für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik [5], hier im Besonderen [7] und [8]. Speziell die Arbeitshilfe „Projektbezogenes Logistisches Konzept“ [8] bietet den Bearbeitern/den Mitarbeiterinnen im IPT eine umfangreiche Sammlung aller potentiell zu berücksichtigenden Aspekte. Die Erstellung eines PLK als zentrales Hilfsmittel zur Planung, Steuerung und Dokumentation aller Aspekte der Produktunterstützung ist für jeden Lösungsvorschlag dringend zu empfehlen. Nach der AWE ist das PLK für die ausgewählte Lösung über den gesamten Lebensweg fortzuschreiben.

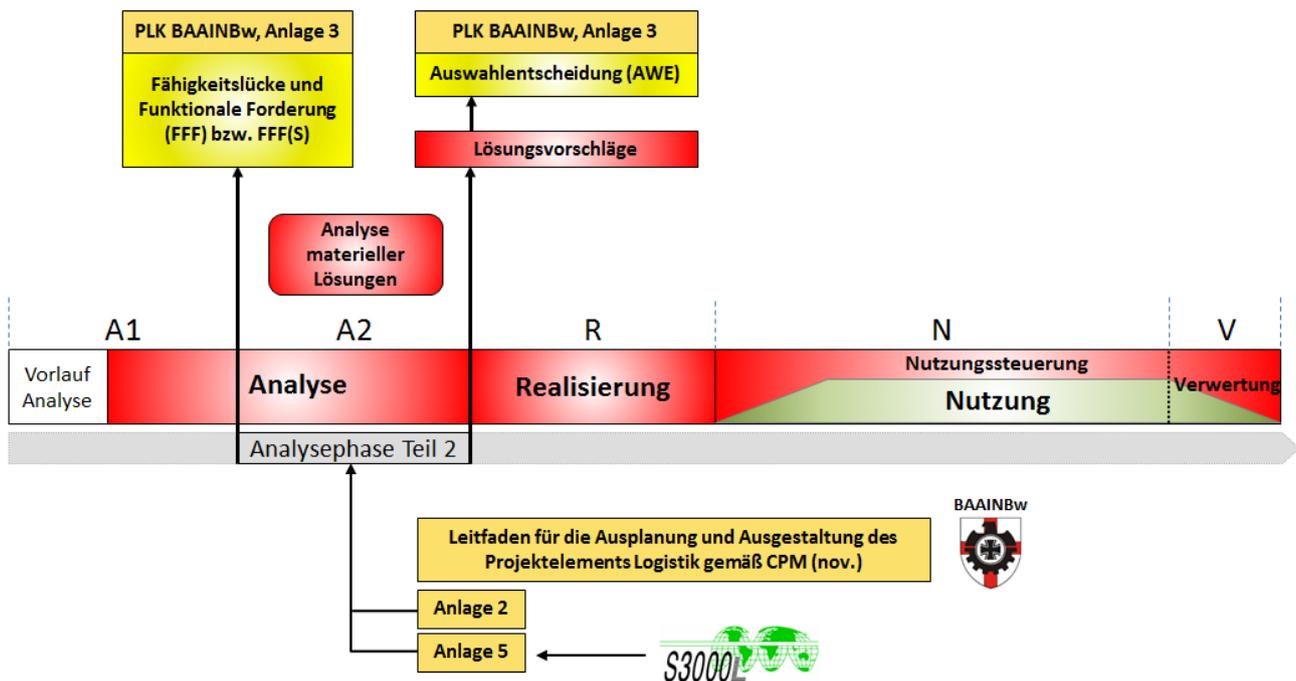


Abbildung 9: Definition der Grundlagen zur finalen AWE in der Analysephase (Teil 2)

4.3.3.2. Entwurf einer LSA-Projektstruktur

In der Analysephase (Teil 2) ist mit der Ausarbeitung der organisatorischen Rahmenbedingungen eines LSA-Prozesses zu beginnen. Sowohl die organisatorischen Aspekte (z.B. Managementstruktur, Zeitplan, Meilensteine, Verantwortlichkeiten, Berichtsebenen) als auch das Regelwerk zur Durchführung des LSA-Prozesses sind zu definieren. Nach S3000L wäre zu diesem Zweck ein eigenständiger LSA PP zu erstellen. Für die Bundeswehr ist dieser Aspekt intern über das PLK und die dort verfügbaren Informationen zum LSA-Prozess abgedeckt.

Ein erster Entwurf der Inhalte der organisatorischen Rahmenbedingungen für einen LSA-Prozess wird in der Regel im Rahmen einer LSA Guidance Conference vorgelegt. Zu diesem Zweck werden die bis dahin erarbeiteten Inhalte, welche in AWE und PLK dokumentiert sind, als Eingangsinformationen zur LSA Guidance Conference genutzt. Die Inhalte werden dann in der LSA Guidance Conference weiter verfeinert und im PLK fortgeschrieben.

4.3.3.3. LSA-Kandidaten und technisch/logistische Analyseverfahren

Eine erste Auswahl der für das Projekt relevanten technisch/logistischen Analyseverfahren (siehe Kapitel 4.4.4.3) und Rahmenbedingungen für deren Anwendung sollte bereits in der AWE als auch im PLK dokumentiert werden. Nachdem bei der Erstellung der AWE noch keine Festlegung auf ein konkretes Produkt erfolgt, kann diese Auswahl lediglich auf qualitativer Basis erfolgen.

Im S3000L LSA-Prozess ist die Festlegung der technisch/logistischen Analyseverfahren bezogen auf die identifizierten LSA-Kandidaten im Produktaufbruch ein fester Bestandteil. Eine Candidate Item List (CIL) ist bei der Vorbereitung der AWE noch nicht vorhanden, denn die Erstellung der CIL erfolgt erst nach der Auftragserteilung. Trotzdem kann die Definition der Regeln zur LSA-Kandidatenauswahl bereits in der AWE erfolgen (siehe auch Kapitel 4.4.4.2 bzw. 6.2.4 und Anlage 6 des PLK [10]). Dabei werden noch keine konkreten LSA-Kandidaten aus einem bereits bestehenden Produktaufbruch dokumentiert, sondern lediglich Rahmenbedingungen für eine spätere Kandidatenliste, zu erwartende Systeme oder eine zu erwartende Aufbruchstiefe festgelegt.

Erst zu Beginn der Realisierungsphase, wenn schrittweise detailliertere Informationen über das einzuführende Produkt zur Verfügung stehen, kann ein Produktaufbruch entstehen. Dabei werden

zuerst die relevanten funktionalen Komponenten (Systeme, Subsysteme) identifiziert und in einer sog. System/Subsystem-Matrix dokumentiert. In die funktionalen Komponenten werden die zu verbauenden Hardware- und Software-Komponenten eingeordnet. Erst in dieser Phase kann ein erster Entwurf einer LSA-Kandidatenliste (Preliminary CIL) für das Projekt erstellt werden.

4.3.4. Zusammenfassung und Vorgehensweise Analysephase (Teil 2)

In der Analysephase (Teil 2) werden die Forderungen aus der FFF/FFF(S) durch Lösungsvorschläge weiter konkretisiert. Dabei wird für jeden Lösungsvorschlag der Aspekt der Produktunterstützung in angemessener Weise berücksichtigt. Die Analysephase (Teil 2) endet mit der Auswahl eines konkreten Lösungsvorschlags und die Dokumentation dieser Auswahl in der Auswahlentscheidung (AWE).

Vorgehensweise zur Einbindung der LSA-Aktivitäten in die Analysephase (Teil 2):

- Alle mit **F** gekennzeichneten Tätigkeiten in Tabelle 2 sind entsprechend neuer Erkenntnisse fortzuführen und die Dokumentation in den entsprechenden CPM-Phasendokumenten und im PLK sind fortzuschreiben.
- Jeder Lösungsvorschlag muss im Bereich der zu fordernden Produktunterstützung sorgfältig bewertet werden. Die finalen logistischen Forderungen im Rahmen der AWE sind zu dokumentieren, das PLK ist für die ausgewählte Lösung fortzuschreiben.
- Regeln für den Aufbau eines Produktaufbruchs zum Zweck der Nutzung in einem LSA-Prozess sind in der AWE bzw. im PLK zu definieren. Diese Regeln dienen als Diskussionsgrundlage in einer LSA Guidance Conference am Anfang der Realisierungsphase.
- Regeln für die LSA-Kandidatenauswahl sind in der AWE bzw. im PLK zu definieren. Diese Regeln dienen als Diskussionsgrundlage in einer LSA Guidance Conference am Anfang der Realisierungsphase.
- Die Forderungen zur Durchführung von Analysen im Bereich des Support Engineerings sind in der FFF bzw. im PLK gemäß Tabelle 2 zu erweitern bzw. weiter zu verfeinern.
- Die Vorgehensweise aus der Analysephase (Teil 1) bei der Spezifikation von KPIs gilt sinngemäß auch für die Analysephase (Teil 2).

4.4. Realisierungsphase

4.4.1. Zugehörige CPM-Phasendokumente

4.4.1.1. Genehmigung zur Nutzung (GeNu)

Gegen Ende der Realisierungsphase erfolgt eine Bewertung der bis dahin umgesetzten Leistungsfähigkeit des eingeführten Produkts, auch aus dem Blickwinkel der Unterstützbarkeit. Diese Bewertung hat die Genehmigung zur Nutzung (GeNu) zum Ziel. Voraussetzung zur Erteilung einer GeNu ist die Erfüllung aller Kriterien zur Herstellung der Einsatzreife (HdE) im Rahmen einer integrierten Nachweisführung inkl. Einsatzprüfung. Der Auftragnehmer muss für das Produkt sicherstellen, dass:

- die vertraglich festgelegten Abnahmekriterien der KPIs erfüllt sind
- die vertraglich festgelegten Abnahmekriterien der KPIs bzgl. der Instandhaltbarkeit und der Unterstützung im Betrieb/Einsatz erfüllt sind. Alle relevanten Projektelemente sind dabei zu betrachten. Die Leistungsfähigkeit gemäß AWE und Leistungsbeschreibung müssen erfüllt sein

- alle relevanten rechtlichen Auflagen erfüllt sind (z.B. die Erteilung einer Zertifizierung/Zulassung ist erfolgt oder die Einhaltung aller gesetzlichen Umweltschutzvorschriften ist nachgewiesen).
- die technische Sicherheit für den Betrieb gewährleistet ist
- die Bereitschaft des Nutzers zur Übernahme besteht, d.h. dass alle erforderlichen Ressourcen für Betrieb und Instandhaltung zeitgerecht zur Verfügung stehen

4.4.2. LSA-Aktivitäten in der Realisierungsphase

Die relevanten LSA-Aktivitäten für die Realisierungsphase sind in Tabelle 2 gelistet.

4.4.3. Beiträge aus dem LSA-Prozess zur Realisierungsphase (Vergabe)

4.4.3.1. Angebot und Vergabe

Nach der Genehmigung der FFF durch den/der GenInsp geht die Verantwortung für den weiteren Beschaffungsprozess im Rahmen der Realisierungsphase über auf das BAAINBw. Der Inhalt der CPM-Dokumente FFF/FFF(S) und AWE aus der Analysephase und die Inhalte des bis dahin ausgearbeiteten PLK sind die Grundlage für eine detaillierte Leistungsbeschreibung im Rahmen einer Angebotsaufforderung an die Industrie. In einer Leistungsbeschreibung (Lastenheft) müssen die funktionalen Forderungen, die bereits in der FFF/FFF(S), in der AWE und im PLK erarbeitet und konsequent fortgeschrieben wurden, in mess- bzw. bewertbare KPIs für die Zertifizierung (falls erforderlich) und für die Qualifizierung (i.d.R. immer erforderlich) umgesetzt werden, siehe auch Kapitel 3.2.5.

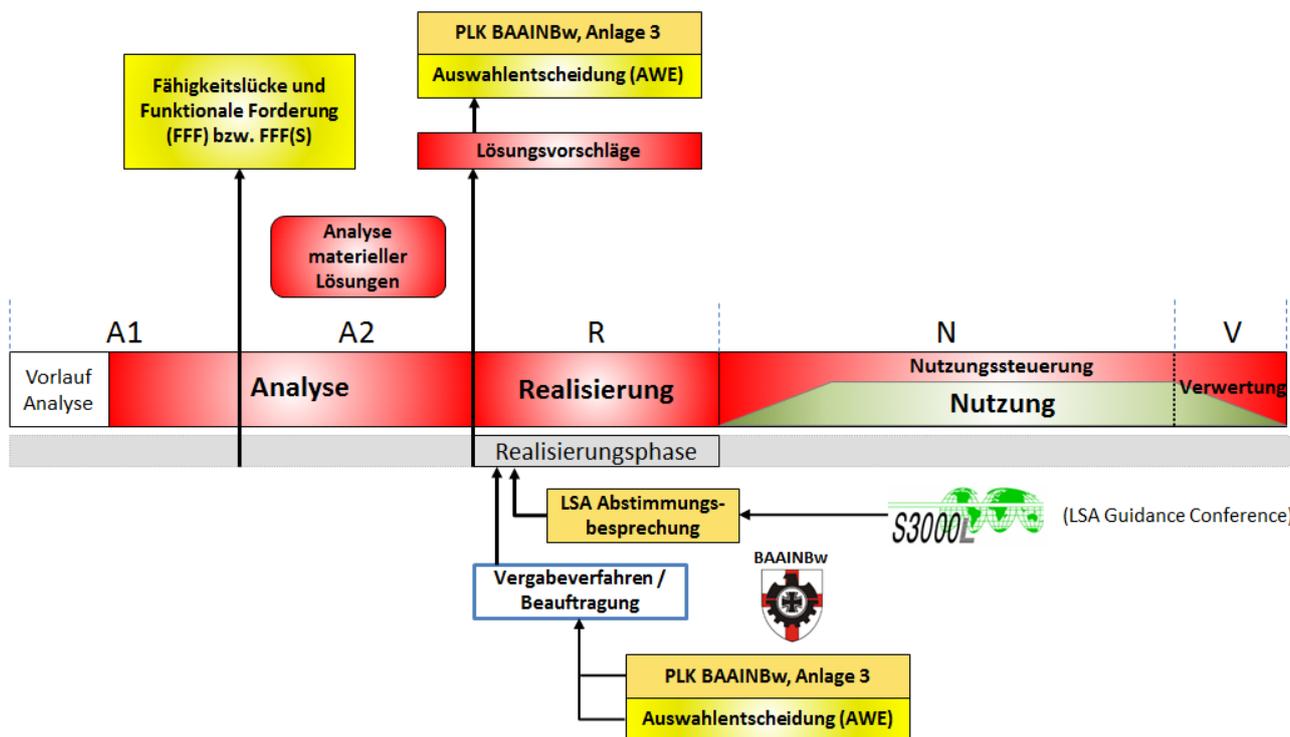


Abbildung 10: Inputs zum Vergabeverfahren

Alle eingehenden Angebote aus der Industrie werden gesichtet und bezüglich der technischen und logistischen Forderungen bewertet. Bezüglich der Unterstützbarkeitsforderungen sind alle Optionen unter Anwendung von Risikoabschätzungen auf mögliche Alternativen, Kostenaspekte und zeitgerechte Realisierbarkeit zu bewerten. Das beste Angebot wird ausgewählt. Im Falle von erforderlichen Entwicklungsleistungen durch Industrie ist ein Entwicklungsvertrag abzuschließen.

4.4.3.2. LSA Guidance Conference

Möglichst zeitnah zur Auftragsvergabe und damit zu Beginn der Realisierungsphase ist eine LSA Guidance Conference durchzuführen. In der Realisierungsphase ist die LSA Guidance Conference die zentrale Kommunikationsplattform zum Thema Instandhaltungskonzept und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz.

In der LSA Guidance Conference wird der verbindliche Leistungsumfang des LSA-Prozesses festgelegt. Teilnehmer/Teilnehmerinnen an einer LSA Guidance Conference sind geeignete Mitglieder des IPT auf Seiten der Bundeswehr und Fachleute von Seiten des Auftragnehmers aus der Industrie. Das Ergebnis der LSA Guidance Conference muss einen gemeinsamen Konsens darstellen, der auf Regeln mit messbaren Ergebnissen beruht, nach denen der LSA-Prozess abläuft. Die Regeln werden in projektbegleitenden Dokumenten festgeschrieben (z.B. im PLK). Die Minimalfestlegungen umfassen:

- Festlegung von projektbezogenen Richtlinien
- Zeitpläne und Meeting Kalender
- Zuständigkeiten
- Arbeitsaufteilung (Workshare) und Budgetverteilung

Um sicherzustellen, dass die LSA Guidance Conference bestmögliche Ergebnisse erzielt, müssen brauchbare Eingangsinformationen und eine klare Vorstellung über die zu erarbeitenden Ergebnisse vorhanden sein. Informationen und Checklisten zur Vorbereitung und Durchführung einer LSA Guidance Conference finden sich in der S3000L [2], Kapitel 3.4 und in [10], Kapitel 4 bzw. Beilage 8. Zusätzlich zu den dort gelisteten Aspekten müssen immer projektspezifische Besonderheiten berücksichtigt werden. Die bereits in der FFF/FFF(S), in der AWE und im PLK geforderten KPIs, die zur Verifizierung und Kontrolle des geplanten LSA-Prozesses dienen, werden während der LSA Guidance Conference weiter präzisiert und im PLK dokumentiert.

Das gilt ebenso für die Genehmigung der ausgewählten Richtlinien, Spezifikationen oder Standards und den daraus entnommenen Kenngrößen oder Datenelementen.

Anmerkung:

Als Ergebnis einer LSA Guidance Conference sollten immer konkrete Entscheidungen getroffen werden. Ergebnisse mit einem Status "to be defined" (TBD) sollten nicht akzeptiert werden. Fachliche Diskussionen sollten, soweit realisierbar, immer auf konkreten Vorschlägen von Fachleuten basieren (z.B. wie eine Aufgabe konkret durchgeführt werden soll). Dabei sind Vorteile und Nachteile (Kosten/Nutzen) der in Frage kommenden Alternativen entsprechend zu untersuchen. Sämtliche alternativen Analysen und Entscheidungen sind im PLK zu dokumentieren.

4.4.4. Vertragsumsetzung und integrierte Nachweisführung

Nach Abschluss eines Entwicklungsvertrags startet die eigentliche Produktentwicklung bei der Industrie. Entwicklungsbegleitend liefert der LSA-Prozess wichtige Ergebnisse zur Produktoptimierung (aus der Sicht der Instandhaltbarkeit und der Unterstützung im Betrieb/Einsatz) und die Grundlagen für den Aufbau des zugehörigen Unterstützungssystems.

Abhängig von der technischen Komplexität kann das Einbinden von Bundeswehrpersonal bei der Industrie während der Realisierungsphase von Nutzen sein. Eine solche entwicklungsbegleitende Einbindung sollte bereits in der AWE gefordert und frühestmöglich realisiert werden. Diese Einbindung ist umso mehr notwendig, je größer der Bedarf an eigenem Know-how-Aufbau ist. Oberste Priorität hat dabei die erforderliche Bw-eigene Beurteilungsfähigkeit, sowohl bei der Auswahl geeigneter Produkte in der frühen Realisierungsphase als auch bei der Unterstützung der Industrie in der Produktentwicklung selbst. Als kooperatives Modell für die konstruktive Zusammenarbeit bietet sich an:

- Frühzeitige Unterstützung des IPT durch Fachleute aus der Industrie (soweit vergaberechtlich vertretbar)
- Direkte Einbindung von Bw-Personal zur entwicklungsbegleitenden Unterstützung in der Industrie (z.B. Typenbegleitmannschaften oder Waffensystem-Unterstützungsteams)

Der LSA-Prozess begleitet die Produktentwicklung, die Definition des Instandhaltungskonzepts und der nötigen Unterstützung im Betrieb/Einsatz und die Ausarbeitung der ILS-Elemente durch die gesamte Realisierungsphase.

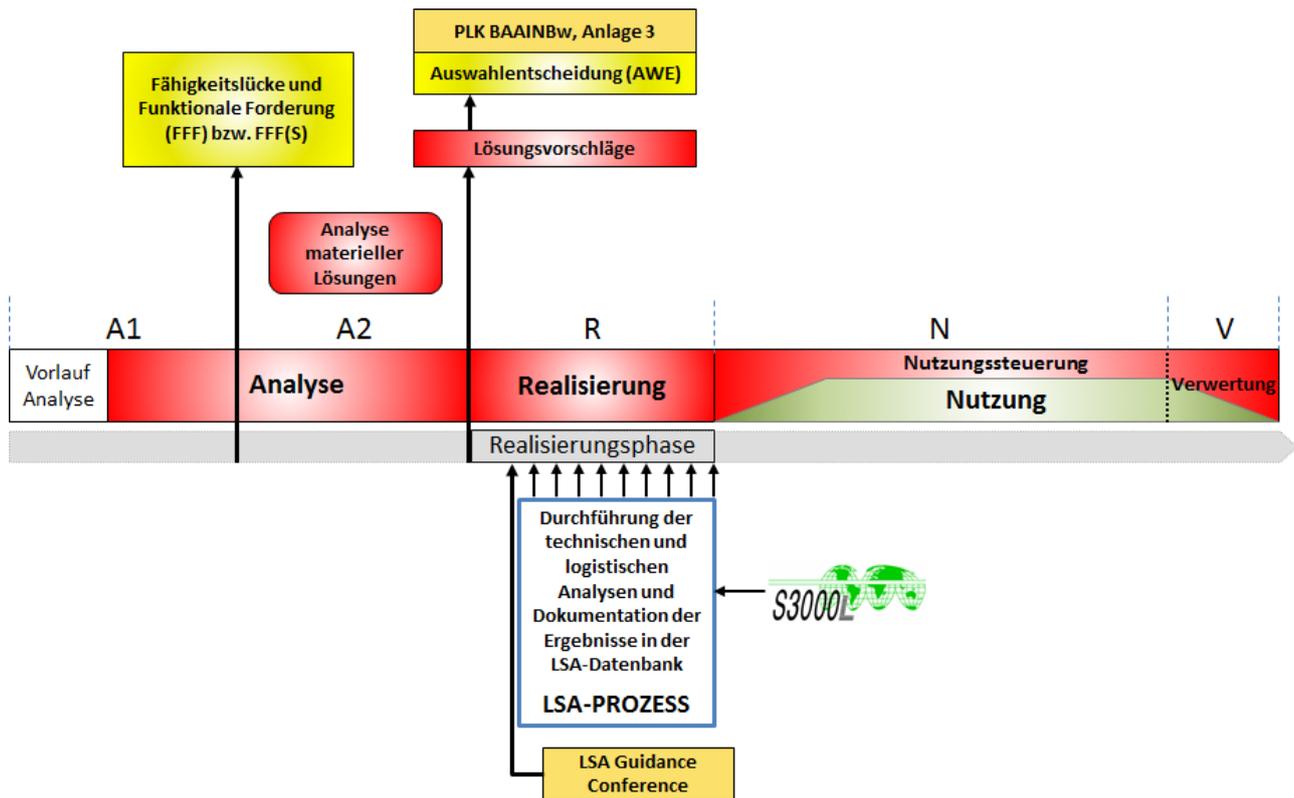


Abbildung 11: Realisierungsphase, Produktentwicklung und begleitende Analysetätigkeit

Im Verlauf der Produktentwicklung müssen alle relevanten Anteile zum Instandhaltungskonzept und zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz im Rahmen der vertraglichen Vorgaben ausgeplant und realisiert werden. Die vereinbarten technisch/logistischen Analysen werden durchgeführt, Ergebnisse wie vereinbart in der LSA-Datenbank dokumentiert, von der Bundeswehr bewertet/überwacht und bei Bedarf angepasst. Dabei liefern die verschiedenen Analysetätigkeiten im Bereich des Support Engineerings permanent Ergebnisse zur Beeinflussung des Designs und zur Definition und Umsetzung des erforderlichen Unterstützungssystems. Der Nachweis der Herstellbarkeit und der Unterstützbarkeit wird schrittweise erbracht, ggf. auch durch den Bau von Prototypen.

Die Definition des Instandhaltungskonzepts und der nötigen Unterstützung im Betrieb/Einsatz basiert im Wesentlichen auf den Ergebnissen des LSA-Prozesses. In den folgenden Kapiteln werden die wichtigsten Elemente des LSA-Prozesses kurz beschrieben:

- Definition einer logistischen Produktstruktur (Produktaufbruch)
- LSA-Kandidatenauswahl auf der Basis des Produktaufbruchs (inkl. Auswahl der relevanten Analysetätigkeiten)
- Durchführung der technisch/logistischen Analysen
- Bewertung der LSA-Ergebnisse durch die Bundeswehr

4.4.4.1. Produktstruktur/Produktaufbruch

Eine hierarchische Produktstruktur ist für den LSA-Prozess eine notwendige Grundlage. Ein zu analysierendes Produkt muss strukturiert werden in:

- Systeme und Subsysteme, je nach erforderlicher Tiefe und Art („funktionale“ Komponenten)
- Hardware und Software („physikalische“ Komponenten)
- Zonen (Einbaubereiche mit Elementen aus unterschiedlichen Systemen / Subsystemen, oft auch Einbauräume genannt)
- Übergeordnete Baugruppen (meist erforderlich durch die Beschreibung von Einbau- oder Ausbaumaßnahmen ganzer Baugruppen)

Für verschiedene Analyse- oder Dokumentationszwecke können unterschiedliche Aufbruchsmethoden angewendet werden. In vielen Projekten ist es üblich, einen von der Konstruktion vorgegebenen Produktaufbruch zu pflegen. Dieser wird in der Regel in einem CAD-System oder in einem Produktdaten-Managementsystem (PDM-System) abgebildet. Für die Unterstützung eines LSA-Prozesses ist dieser Aufbruch i.d.R. nicht oder nur bedingt geeignet. Daher wird im Bereich ILS/LSA ein logistischer Produktaufbruch bevorzugt, der funktionale und physikalische Aspekte berücksichtigt, siehe Beispiel in Abbildung 12.

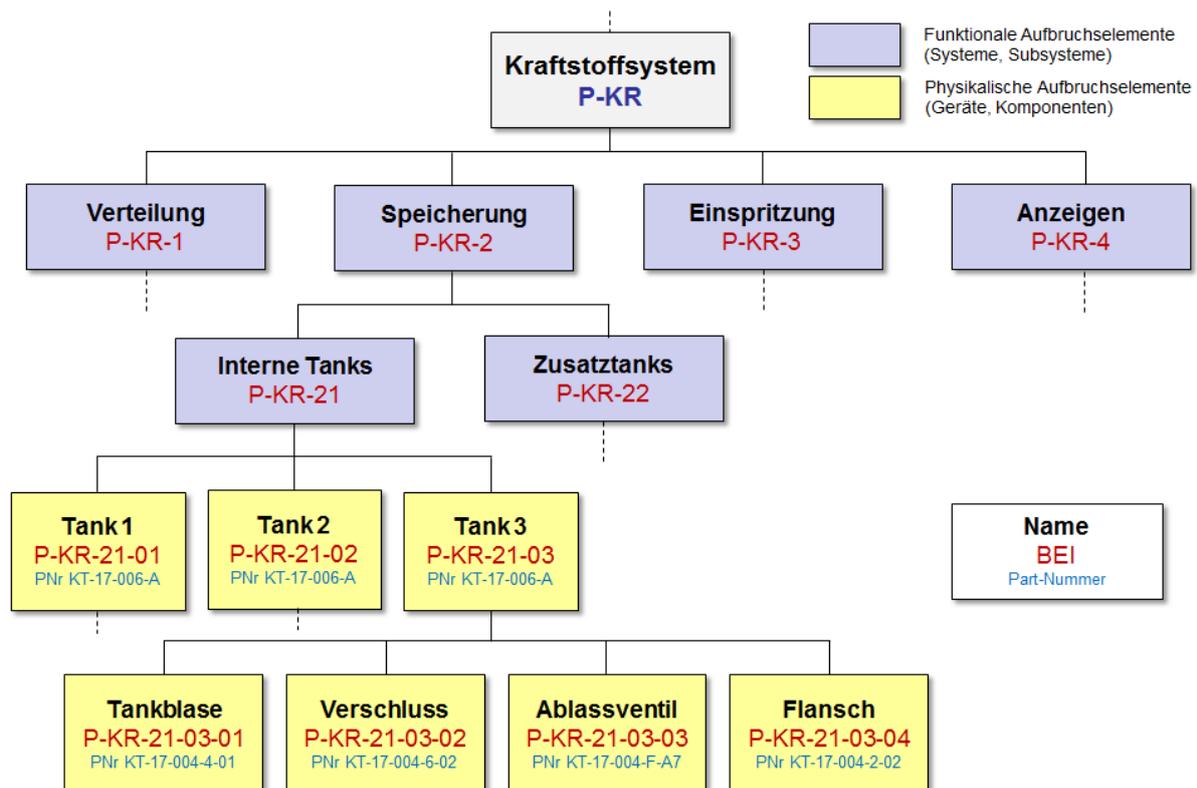


Abbildung 12: Typische Methode für einen logistischen Produktaufbruch

Anmerkung:

In obigem Beispiel ergeben sich die Hierarchieebenen des Produktaufbruchs aus der Kodierung der Aufbruchselemente, d.h. aus dem Breakdown Element Identifier (BEI). Der BEI repräsentiert in diesem Fall den Einbauort, das Teilekennzeichen zeigt auf, welche konkrete Hardware (oder Software) an diesem Einbauort eingebaut (oder installiert) ist. Diese Kombination aus Einbauort und eingebauter physikalischer Komponente wird in der S3000L als „Realization“ bezeichnet.

In der S3000L werden verschiedene Methoden zum Aufbau eines logistischen Produktaufbruchs beschrieben. Im Vergleich zu Methoden aus früheren Spezifikationen/Standards bietet die S3000L erweiterte und deutlich verbesserte Funktionalität und Flexibilität. DV-technisch begründete Einschränkungen bezüglich der Kodierung von Aufbruchselementen und der Festlegung von Parent/Child-Beziehungen über die Hierarchieebenen des Produktaufbruchs sind in der S3000L nicht mehr gegeben (siehe [2], Kapitel 4).

Verschiedene, parallel gepflegte Produktaufbrüche für verschiedene Zwecke haben i.d.R. ihre Berechtigung. Das Risiko von Unstimmigkeiten zwischen den Produktaufbrüchen muss soweit wie möglich minimiert werden, denn es erschwert die Kommunikation zwischen verschiedenen Disziplinen. Daher muss in der LSA Guidance Conference die Methode des Produktaufbruchs sorgfältig ausgewählt und dokumentiert werden.

Vorgehensweise zur Erstellung eines logistischen Produktaufbruchs:

- Die Verwendung einer Mischung aus funktionalem/physikalischem Aufbruch (Hybrid-Aufbruch) ist für den LSA-Prozess zu bevorzugen.
- Die Verwendung von Familien- und Gruppierungs-Konzepten innerhalb des Produktaufbruchs ist festzulegen und im PLK oder in projektspezifischen LSA-Durchführungsbestimmungen zu dokumentieren.
- Die Anforderungen an die Abbildung von Produkt-Varianten und deren individueller Konfigurationen ist festzulegen und im PLK oder in projektspezifischen LSA-Durchführungsbestimmungen zu dokumentieren.
- Alle Schlüsseldatenelemente für DV-Zwecke, die in einer LSA-Datenbank zum Thema Produktaufbruch erforderlich sind (z.B. Breakdown Element Identifier (BEI) oder Part Identifier aus der S3000L), sind genau zu spezifizieren.
- Nummerierungssysteme für den Produktaufbruch, sprich SNS-Strukturen (Standard Numbering System) für Schlüsseldatenelemente sind über alle am Projekt beteiligten ILS-Elemente zu harmonisieren, z.B.:
 - Breakdown Element Identifier (BEI) aus der S3000L
 - Data Module Code (DMC) aus der S1000D
 - Catalogue Sequence Number (CSN) und ILSN (ILS Number) aus der S2000M
 - Kenner für Sonderwerkzeuge und Prüfgerät
- Sinnvolle standardisierte Vorgaben für eine SNS-Grundstruktur sind für gleichartige Produkte immer in derselben Form zu nutzen (vordefinierte SNS-Grundstrukturen für verschiedene Produkttypen bietet die S1000D, z.B. für Luftfahrzeuge, Landfahrzeuge, Schiffe, Telekommunikationsanlagen, Bewaffnung)
- Spezielle Aufbruchselemente und ihre Verwendung müssen gesondert definiert werden, um die Dokumentation weiterer Aspekte im Produktaufbruch zu unterstützen:
 - Einbindung von Zonen (z.B. für die Zuordnung einer planbaren Zoneninspektion)
 - Einbindung von Sonderwerkzeugen (z.B. für die Dokumentation von Kalibrierungsmaßnahmen für Prüfgerät)
 - Einbindung von Standardreparaturverfahren
 - Einbindung von planbaren Instandhaltungspaketen nach S3000L, Kapitel 10
 - Einbindung von PHST-Maßnahmen am gesamten Produkt

4.4.4.2. LSA-Kandidatenauswahl

Der sog. LSA-Kandidat ist der Treiber aller LSA-Aktivitäten. Generell kann jede Komponente auf System-, Subsystem-, Geräte-, Modul- oder Bauteil-Ebene (auch Software) ein LSA-Kandidat sein. Die S3000L-basierten Grundregeln für die Auswahl von LSA-Kandidaten wurden in [10], Kapitel 4.4 bis 4.6, ins Deutsche übersetzt und an die Anforderungen der Bundeswehr angepasst

Die Nutzung verschiedener Kategorien für LSA-Kandidaten kann den jeweiligen Analyseaufwand für einen LSA-Kandidaten auf ein sinnvolles Maß einschränken. So ist beispielsweise der Analyseaufwand für ein Triebwerk eines Luftfahrzeugs erheblich höher als für eine Zugangsklappe im Bereich der Luftfahrzeug-Struktur. Bauteile, welche relevant für die Instandsetzung sind, verursachen einen höheren Analyseaufwand als Bauteile, welche lediglich ein- und ausgebaut werden müssen, um Zugang zu anderen Bauteilen zu schaffen, selbst jedoch inhärent nicht ausfallen. Auch können Bauteile, die zwar inhärent nicht ausfallen, Gegenstand von vorbeugenden Maßnahmen sein. Um diesen verschiedenen Ausprägungen von LSA-Kandidaten gerecht zu werden empfiehlt die S3000L folgende Klassifizierungen:

- **Full candidates**
 - ⇒ Reguläre Kandidaten, Auswahlverfahren beschrieben in [10], Kapitel 4.4
 - Kandidat für den kompletten Umfang der möglichen technisch/logistischen Analysen. Die Wichtigkeit der einzelnen Analysen kann sich von Kandidat zu Kandidat unterscheiden. Dies kann in einer entsprechenden Matrix dokumentiert werden.
- **Partial candidates**
 - ⇒ Partielle Kandidaten, Auswahlverfahren beschrieben in [10], Kapitel 4.4
 - Kandidat für einen begrenzten Umfang der möglichen technisch/logistischen Analysen. Typische Beispiele sind Bauteile, welche nur ein- und ausgebaut werden, um Zugang zu gewähren, oder Bauteile, an denen lediglich einfache Service-Tätigkeiten durchgeführt werden, wie z.B. Reinigen.
- **Structural candidates**
 - ⇒ Kandidaten für Strukturteile, Auswahlverfahren beschrieben in [10], Kapitel 4.4
 - Strukturbauteile können als ein Sonderfall von LSA-Kandidaten ausgewiesen werden. Dies ist z.B. sinnvoll, wenn vorbeugende Maßnahmen an Strukturbauteilen oder in speziellen Bereichen eines solchen Bauteils (z.B. ein Krafteinleitungspunkt, der auf Rissbildung zu untersuchen ist) durchzuführen sind. In der S4000P wird solch ein spezieller Bereich als „Structural Detail (SD)“ bezeichnet. Für ein solches SD kann ein eigenes Aufbruchselement mit eigenem BEI definiert werden, welches zum LSA-Kandidat aus dem Bereich Struktur wird.
- **Family candidates**
 - ⇒ Kandidaten-Familien
 - Sind immer die gleichen Maßnahmen für eine größere Anzahl gleichartiger Bauteile erforderlich, bietet sich eine Gruppierung an. Die so zusammengefassten Maßnahmen werden häufig als „Standard“-Verfahren bezeichnet. Beispiele dafür sind:
 - Standardreparaturverfahren für Strukturbauteile
 - Standardreparaturverfahren für elektrische Leitungen und Steckverbindungen
 - Standardreparaturverfahren für hydraulische Leitungen

Vorgehensweise zur LSA-Kandidatenauswahl:

- LSA-Kandidaten sind nach dem Auswahlverfahren in [10], Kapitel 4.4 bis 4.6, zu bestimmen.
- Die Klassifizierung von LSA-Kandidaten ist anzuwenden, um eine Abschätzung des zu erwartenden Analyseaufwands zu ermöglichen.
- Alle LSA-Kandidaten, die Analyseaufwand aufgrund von Zertifizierungs- oder Qualifizierungsanforderungen erzeugen, sind verpflichtend zu untersuchen.
- Als sehr grober Schätzwert kann von mindestens 50-100 Mannstunden Analyseaufwand für einen Voll-Kandidaten ausgegangen werden. Je nach Komplexität des zu untersuchenden LSA-Kandidaten (z.B. ein komplexes elektronisches Gerät) kann der Aufwand auch erheblich höher sein. Das für den zu erwartenden Analyseaufwand für alle LSA-Kandidaten erforderliche Budget im Rahmen des LSA-Prozesses ist sicherzustellen.

4.4.4.3. Technisch/logistische Analysen

Für LSA-Kandidaten werden je nach Relevanz die verschiedenen technisch/logistischen Analysen durchgeführt. In einer LSA-Kandidatenliste kann eine Matrix bezüglich der durchzuführenden Analysen aufgebaut werden. Eine solche LSA-Kandidatenliste wird zur LSA Guidance Conference das erste Mal vorgelegt. Sie enthält, basierend auf den festgelegten Regeln zur Kandidatenauswahl, bereits erste ausgewählte LSA-Kandidaten, soweit dies beim aktuellen Stand des Projekts möglich ist. Die LSA-Kandidatenliste wird im Laufe des Projekts ständig fortgeschrieben. Der Entwicklungsprozess liefert dabei die nötigen Eingangsinformationen, denn mit fortschreitendem Design werden mehr und mehr die technischen Details des zu entwickelnden Produkts festgelegt, d.h. die verwendeten Bauteile (Hardware und Software), deren funktionale Verwendung und deren Einbauorte. Mit jedem Eintrag eines LSA-Kandidaten in die LSA-Kandidatenliste werden gleichzeitig die zugehörigen technisch/logistischen Analysen ausgewählt und, falls erforderlich, eine Begründung für die Auswahl gegeben.

Zur Abwägung der Notwendigkeit der empfohlenen Analysemaßnahmen können Gewichtungen vereinbart werden, die sowohl die „Bedeutsamkeit“ des zu analysierenden LSA-Kandidaten für das gesamte Produkt als auch die Bedeutsamkeit der technisch/logistischen Analysen selbst berücksichtigen (siehe auch [10], Kapitel 4.6).

Eine solche Vorgehensweise ermöglicht eine Präzisierung des Auswahlprozesses sowie eine gezielte Reaktion auf Anpassungsnotwendigkeiten. Dies gilt besonders bei Budgetbegrenzungen (Tailoring der Analysemaßnahmen) oder auch bei Prioritätsfestlegungen im Falle von Zeitknappheit verbunden mit Kapazitätsengpässen.

Das Kernstück der LSA-Analysetätigkeit ist die Durchführung der technisch/logistischen Analysen und die Dokumentation der logistisch relevanten Ergebnisse in der LSA-Datenbank. Für LSA-Kandidaten sind nach [10], Kapitel 4.6 (angelehnt an die S3000L, Kapitel 3.6), folgende technisch/logistischen Analysen vorgesehen:

Tabelle 4: Liste der potentiellen technisch/logistischen Analyseverfahren

Configuration assessment Produktaufbruch und Produktkonfiguration	Siehe Kapitel 4.4.4.1.
Reliability analysis Zuverlässigkeitsanalysen	Siehe Kapitel 3.3.2
Maintainability analysis Instandhaltbarkeitssanalysen	Siehe Kapitel 3.3.1

<p>Testability analysis Prüfbarkeitsanalysen</p>	<p>Siehe Kapitel 3.3.3</p>
<p>FMEA/FMECA Fehler- bzw. Ausfallanalyse</p>	<p>Das Ausfallverhalten eines Produkts wird analysiert über eine sog. Failure Mode Effects (and Criticality) Analysis. Dabei wird unterschieden zwischen einer FMEA/FMECA, welche sich mit den Funktionen eines Produkts beschäftigt (sog. System FMEA/FMECA) und einer FMEA/FMECA, die sich mit dem Ausfall eines einzelnen Geräts beschäftigt (sog. Equipment FMEA/FMECA).</p> <p>Die System FMEA/FMECA ist dabei die Grundlage zur Ermittlung der vorbeugenden Instandhaltung, um kritische Ausfälle von Funktionen zu vermeiden, die Equipment FMEA/FMECA ist die Grundlage zur Ermittlung der korrektiven Maßnahmen beim Auftreten bestimmter Fehlerbilder in einem Gerät/Bauteil.</p>
<p>Damage analysis Gefährdungsanalyse gegen Beschädigung von außen</p>	<p>Die Beschädigung eines Produkts durch falsches Handling oder durch Einfluss von außen ist meist nicht vollständig vermeidbar. Daher wird versucht, typische Beschädigungen im Rahmen einer Gefährdungsanalyse vorherzusehen und durch standardisierte Reparaturverfahren abzudecken. Typische Beispiele sind die Beschädigung von Strukturkomponenten (Kratzer in der Lackierung, Dellen oder Delaminierung), das Abbrechen von Schaltern oder das Abreißen von Kabeln.</p> <p>Für jede potentielle Beschädigungsgefahr wird ein Reparaturverfahren identifiziert. Alle identifizierten Reparaturverfahren können später zu Standardverfahren für bestimmte Bauteilgruppen zusammengefasst werden.</p> <p>Für den Fall, dass eine Beschädigung über den „normalen“ Rahmen weit hinausgeht, muss eine gesonderte Befundung z.B. im Rahmen einer Unfallanalyse vorgenommen werden.</p>
<p>Special event analysis Behandlung von Sonderereignissen</p>	<p>In der Special Event Analysis werden die zu berücksichtigten Sonderereignisse identifiziert. Die Ergebnisse dieser Analyse führen zur Festlegung von vorbeugenden Maßnahmen (meist Sonderinspektionen), um sicherzustellen, dass nach einem Sonderereignis das Produkt nach wie vor in einem einwandfreien und sicher verwendbaren Zustand ist.</p> <p>Alle Ergebnisse der Special Event Analysis sind mit den Ergebnissen aus der Preventive Maintenance Analysis (z.B. nach S4000P) zu harmonisieren, da auch in diesem Bereich externe Sonderereignisse bei der Festlegung von vorbeugenden, planbaren Maßnahmen eine Rolle spielen.</p> <p>Auf jedes identifizierte Sonderereignis, das Einfluss auf die funktionale Integrität des Produkts haben kann, ist mit einer entsprechenden Maßnahme oder einem Bündel von Maßnahmen zu reagieren.</p>
<p>Preventive Maintenance Analysis (PMA) Analyse zur Identifizierung der vorbeugenden Instandhaltung</p>	<p>Siehe Kapitel 3.3.6.</p>

<p>Maintenance Task Analysis (MTA) Analyse der Durchführung aller Maßnahmen</p>	<p>Jede Maßnahme, die entweder durch ein entsprechendes Ereignis ausgelöst wird oder die zur Unterstützung des Produkts im Betrieb/Einsatz nötig ist, muss auf ihre Durchführung bzw. Durchführbarkeit hin untersucht werden. Dazu gehört:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung der Durchführung (in sequentiell oder parallel durchführbaren Arbeitsschritten/Subtasks) • Dokumentation des Personalbedarfs und der erforderlichen Qualifikation des durchführenden Personals • Dokumentation des Bedarfs an Ersatzteilen und Verbrauchsmaterial • Dokumentation der erforderlichen Prüfmittel • Dokumentation der erforderlichen Sonderwerkzeuge • Dokumentation der erforderlichen IT-Unterstützung • Dokumentation von erforderlicher technischer Dokumentation zu Durchführung einer Maßnahme • Dokumentation von möglichen Verknüpfungen von Ressourcen (z.B. welches Personal bedient welches Sonderwerkzeug, solche Bezüge sind u.U. relevant für die Ausbildung des Personals) <p>Die Ergebnisse der MTA stehen in engem Bezug zur Entwicklung einer technischen Dokumentation für Instandhaltung bzw. Unterstützung im Betrieb/Einsatz.</p>
<p>Level of Repair Analysis (LORA) Analyse der Instandhaltungsstufe</p>	<p>Im Falle eines mehrstufigen Instandhaltungskonzepts mit einem Anteil an Instandhaltung beim Nutzer selbst muss analysiert werden, welche Tätigkeiten beim Nutzer selbst durchgeführt werden sollen, welche u.U. in einer speziellen Instandhaltungseinrichtung (Depot) durchgeführt werden können und welche Maßnahmen final bei der Industrie, sprich beim Originalhersteller, verbleiben.</p> <p>Zur Entscheidungsfindung kann eine Level of Repair Analysis (LORA) herangezogen werden. Eine solche Analyse berücksichtigt sowohl technische Aspekte (Machbarkeit!) als auch wirtschaftliche Aspekte (auf welcher Instandhaltungsstufe liegt das kostengünstigere Konzept?). Auf Nutzerseite stehen oftmals die wirtschaftlichen Aspekte im Vordergrund, wobei davor ausdrücklich gewarnt werden soll. Bestimmte Maßnahmen, die ein hohes Maß an Erfahrung und komplexe technischer Ausstattung erfordern, sind oftmals bei der Industrie besser platziert als beim Nutzer selbst, auch wenn kaufmännische Argumente auf den ersten Blick eine andere Lösung bevorzugen würden.</p> <p>Die finale Entscheidung über die Instandhaltungsstufe wird in der LSA-Datenbank für jede Maßnahme dokumentiert.</p>

<p>Software Support Analysis (SSA) Analyse der erforderlichen Unterstützung für Software</p>	<p>Instandhaltungstätigkeiten oder Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz, bei denen Software als zu berücksichtigende Komponente eine Rolle spielt, werden durch die Software Support Analysis (SSA) identifiziert. Der besondere Charakter dieser Tasks liegt in der Tatsache, dass die Software selbst dabei nicht verändert werden darf. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in der S3000L, Kapitel 13.</p> <p>Oftmals werden Bugfixing-Tätigkeiten mit Reparaturmaßnahmen für Hardware verwechselt und zu Unrecht als Instandsetzung von Software angesehen.</p>
<p>Operations Analysis Analyse der erforderlichen Unterstützung im Betrieb</p>	<p>Alle Tätigkeiten zur Unterstützung eines Produkts im Betrieb/Einsatz, die nicht zur Instandhaltung gehören, aber auch nicht zur direkten Nutzung des Produkts gehören, werden über eine Operations Analysis (oder auch Operations Support Analysis) identifiziert. Der Bereich wird oftmals unterschätzt, beinhaltet jedoch eine Vielzahl von Tätigkeiten die erheblichen Einfluss auf die Nutzbarkeit des Produkts im Einsatz haben. Beispiele sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung des Transports des Produkts • Lagerung und erforderliche Lagermaßnahmen (z.B. Konservieren und Entkonservieren, Bestromen von elektronischen Komponenten nach bestimmten Lagerzeiten) • Einfache Servicetätigkeiten wie Reinigen, Waschen, Pflegen • Handling des Produkts wie Befestigen, Heben, Verzurren, Schleppen, etc... <p>Oftmals werden all diese Tätigkeiten unter dem Oberbegriff PHST (Packaging, Handling, Storage, Transportation) zusammengefasst.</p>
<p>Training Needs Analysis (TNA) Analyse des Trainingsaufwandes</p>	<p>Die Ermittlung der erforderlichen Ausbildung von Personal mittels TNA kann zum einen durch die Inhalte der LSA-Datenbank unterstützt werden, zum anderen werden Teile der Ergebnisse der TNA wieder in die LSA-Datenbank zurückgeschrieben, um z.B. die Notwendigkeit von speziellen Zusatzausbildungen in der MTA zu dokumentieren.</p>
<p>Simulation of operational scenarios Betriebssimulation</p>	<p>Simulationssoftware kann heute einen Beitrag zur Optimierung der logistischen Ressourcen leisten. Dazu kann das Instandhaltungsszenario aus den Inhalten der LSA-Datenbank je nach erforderlicher Detailtiefe ermittelt werden. Nutzbringend sind solche Analysen speziell für den Nachweis der Missionsverfügbarkeit und des Missionserfolgs.</p> <p>Durch die Eingabe des Nutzungsszenarios kombiniert mit allen relevanten Informationen aus dem Bereich der Instandhaltung können mit modernen Tools die geplanten Unterstützungskonzepte auf den Prüfstand gestellt werden, ob unter den gegebenen Nutzungsbedingungen z.B. die erforderliche Verfügbarkeit oder Überlebensfähigkeit im Rahmen einer Mission gewährleistet ist.</p>

Vorgehensweise zur Auswahl der technisch/logistischen Analysen:

- Die Forderungen nach technisch/logistischen Analysen aus einer AWE und aus dem PLK sind in einer Leistungsbeschreibung im Rahmen einer Angebotsaufforderung an die Industrie weiter projektspezifisch zu präzisieren. Beispiele sind:
 - Endgültige Festlegung von anzuwendenden Spezifikationen oder Standards
 - Quantitative Aussagen bezüglich Umfang der Analysen (z.B. festgelegte Budgetgrenzen)
 - Festlegung von Formaten für zu liefernde Daten/Analyseergebnisse
 - Dokumentation von qualifiziertem Verzicht auf Analysen
- Eine Gewichtung der Bedeutsamkeit der Analysen ist vorzusehen. Analysetätigkeiten aufgrund von Zertifizierungs- oder Qualifizierungsforderungen sind in jedem Fall als verbindlich zu klassifizieren.

4.4.4.4. Bewertung der LSA-Ergebnisse durch die Bundeswehr

Bei der Einführung von neuen Produkten in die Bundeswehr ist darauf zu achten, dass eine Bw-seitige Beurteilungsfähigkeit bezüglich der Herstellung der Einsatzreife (HdE) gewährleistet ist. Zur HdE gehört als wesentliches Kriterium ein optimiertes und funktionierendes logistisches Unterstützungssystem. Ein Produkt, das alle Kriterien der funktionalen Spezifikation und der Herstellbarkeit erfüllt, kann nicht als einsatzreif betrachtet werden, wenn das Unterstützungssystem für die Nutzung nicht, oder nur teilweise bereit ist. Die Bewertung von Analyse-Ergebnissen aus dem LSA-Prozess durch die Bundeswehr ist daher ein unverzichtbares Mittel zur Beurteilung der Einsatzreife eines Produkts. Diese Bewertung ist in regelmäßigen LSA-Abstimmungsbesprechungen (LSA-Reviews) vorzunehmen.

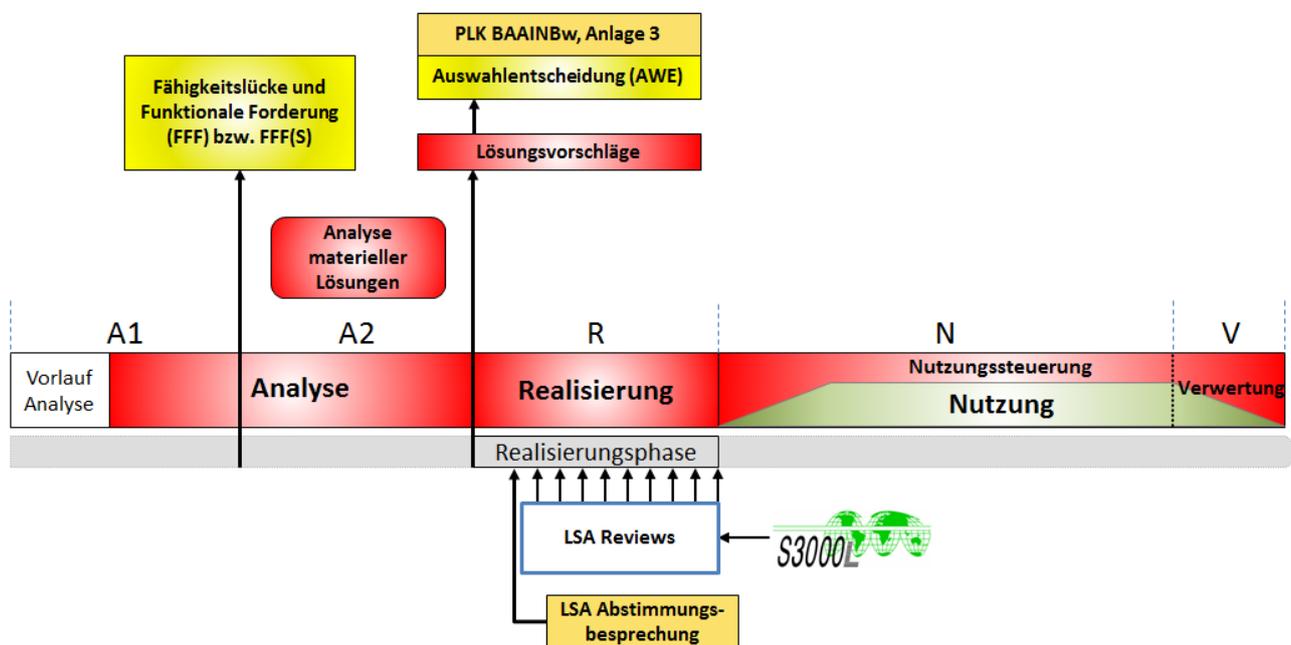


Abbildung 13: Einplanung von LSA Reviews in der Realisierungsphase

Die Bundeswehr muss den Auftragnehmer über Bewertungsergebnisse, die für eine Fortführung des LSA-Prozesses relevant sind, informieren. Dies geschieht z.B. durch die Fortschreibung von Statusinformationen. Bei Unstimmigkeiten sind die entsprechenden Kommentare der Bundeswehr durch den Auftragnehmer zu bearbeiten und zu beantworten. Offene Punkte, die nicht einvernehmlich gelöst werden können, werden in einem LSA-Review abschließend diskutiert und Maßnahmen

zur Lösung herbeigeführt. Ein Vorschlag für den prinzipiellen Ablauf eines Kommentierungsverfahrens für einen LSA-Prozess findet sich in [2], Kapitel 3.7 und 3.8.

Vorgehensweise zur Einbindung der Bundeswehr für Bewertung der LSA-Ergebnisse:

- Vor einer Bewertung der LSA-Analyseergebnisse durch die Bundeswehr sind die zu bewertenden LSA-Kandidaten inkl. der relevanten Analyseergebnisse von der Industrie/vom Auftragnehmer zur Bewertung freizugeben.
- Ein zwischen Bundeswehr und Auftragnehmer abgestimmtes Bewertungsverfahren der LSA-Analyseergebnisse ist anzuwenden. Hierzu ist ein DV-gestützter Kommentierungsprozess zu implementieren.
- Regeln zur Einhaltung von Fristen (Redaktionsschluss, Kommentierungszeitraum, etc.) sind zwischen Bundeswehr und Auftragnehmer zu vereinbaren (LSA Guidance Conference)
- Die Fortschreibung von Statusinformationen bezüglich des Arbeitsfortschrittes erfolgt in der LSA-Datenbank mit Hilfe geeigneter Status-Datenelemente. Regeln zur Kodierung von Statusinformationen sind zwischen Bundeswehr und Auftragnehmer zu vereinbaren (LSA Guidance Conference).
- Nur Regeln und Aspekte, die auf einer LSA Guidance Conference vereinbart wurden, oder Vereinbarungen die zwischen Bundeswehr und Auftragnehmer innerhalb des LSA-Prozesses (z.B. während eines LSA-Reviews) definiert und von beiden Seiten akzeptiert wurden, sind relevant für die Bewertung der LSA-Analyseergebnisse von Seiten der Bundeswehr.
- Anderen ILS-Elementen (z.B. technische Dokumentation, Ersatzteilversorgung oder Training) ist es nicht erlaubt, Inhalte für die Bewertung des LSA-Prozesses festzulegen.

4.4.4.5. Genehmigung zur Nutzung

Gegen Ende der Realisierungsphase erfolgt eine Bewertung der bis dahin realisierten Leistungsfähigkeit des eingeführten Produkts, auch aus dem Blickwinkel der Unterstützbarkeit. Diese Bewertung hat die Genehmigung zur Nutzung (GeNu) zum Ziel. Dazu muss der Auftragnehmer nachweisen, dass:

- die vertraglich festgelegten Abnahmekriterien der KPIs erfüllt sind
- die vertraglich festgelegten Abnahmekriterien der KPIs bzgl. der Instandhaltbarkeit und der Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz erfüllt sind. Alle relevanten Projektelemente sind dabei zu betrachten. Die Leistungsfähigkeit gemäß AWE und Leistungsbeschreibung muss erfüllt sein.
- alle relevanten rechtlichen Auflagen erfüllt sind (z.B. die Einhaltung gesetzlicher Umweltschutzvorschriften).
- die technische Sicherheit für den Betrieb gewährleistet ist
- die Bereitschaft des Nutzers zur Übernahme besteht, d.h. alle erforderlichen Ressourcen für Betrieb und Instandhaltung stehen zeitgerecht zur Verfügung

Der formale Nachweis der HdE kann durch die Inhalte aus der LSA-Datenbank unterstützt werden. Ein vollständig dokumentiertes und von der Bundeswehr akzeptiertes Instandhaltungskonzept ist Voraussetzung für die vollständige Umsetzung des Unterstützungssystems. Im Falle unvollständiger technisch/logistischer Analysen steigt das Risiko für ungenügende Unterstützbarkeit des Produkts. Dies führt zu Lücken im Unterstützungssystem und damit zu einer unvollständigen HdE.

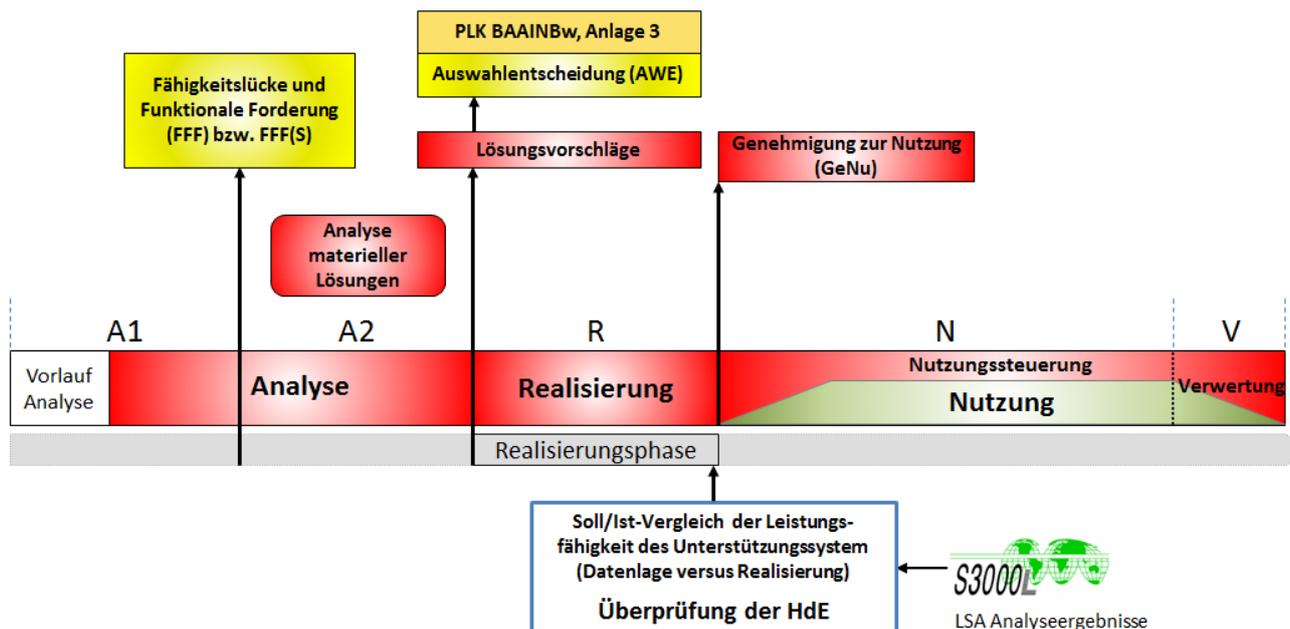


Abbildung 14: GeNu im Rahmen der Realisierungsphase

Es empfiehlt sich in jedem Fall die finale Überprüfung der Konsistenz der logistischen Endprodukte mit dem Unterstützungskonzept bzw. mit dem Inhalt der LSA-Datenbank. D.h. konkret, für jede identifizierte und analysierte Instandhaltungsmaßnahme und für jede Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz steht Folgendes vollständig und in ausreichender Qualität zur Verfügung:

- die erforderliche technische Dokumentation
- ein Versorgungskonzept für Ersatzteile und Verbrauchsmaterial
- das erforderliche Personal mit entsprechender Qualifikation
- die entsprechende Infrastruktur
- die erforderliche Ausstattung an Sonderwerkzeugen und Prüfmitteln
- die erforderliche DV-Unterstützung

Anmerkung:

Der formale Nachweis der HdE ist laut CPM eine der Voraussetzungen für die Erteilung einer GeNu. In der Praxis kann sich die Einführung komplexer technischer Produkte über einen längeren Zeitraum erstrecken. Prinzipiell kann bei Einführung von neuen Produkten eine Art Übergangsphase eingeplant werden. Eine gewisse Vorlaufzeit, evtl. mit aktiver Unterstützung durch Industriepersonal in den ersten Monaten der Nutzung, ist eine sinnvolle und übliche Verfahrensweise.

Für den Fall einer unvollständigen HdE muss der erreichte Grad der Einsatzreife sowie die erforderlichen Restmaßnahmen (z.B. zur Komplettierung des Unterstützungssystems) in der GeNu dokumentiert werden. Unter Umständen müssen Nutzungseinschränkungen festgelegt werden. Die LSA-Datenbank kann in einem solchen Fall sowohl zur Dokumentation der Lücken im Unterstützungssystem als auch zur Steuerung der erforderlichen Nacharbeit herangezogen werden.

Vorgehensweise zum Erwirken der GeNu:

- Eine GeNu ohne weitere Einschränkung wird nur erteilt, wenn alle geforderten technischen und logistischen KPIs erfüllt sind und damit die Herstellung der Einsatzreife nachgewiesen ist.
- Mit der GeNu müssen alle eventuell erforderlichen Restarbeiten im Bereich aller Projektelemente zur endgültigen Herstellung der Einsatzreife (z.B. fehlende Sonderwerkzeuge oder Prüfgeräte, personelle Engpässe, fehlende technische Dokumentation, fehlende Ersatzteile, fehlende DV-Unterstützung) identifiziert und dokumentiert werden.
- Hinweise zu bestehenden Nutzungseinschränkungen aufgrund technischer Mängel oder Mängel in der Produktunterstützbarkeit sind sorgfältig zu dokumentieren und dem Nutzer mitzuteilen
- Erfahrungen bei der Planung und Realisierung der Projektelemente und speziell des Projektelements Logistik sind, zur späteren Unterstützung weiterer Projekte, sorgfältig zu dokumentieren („lessons learnt“)
- Die Realisierung der technisch/logistischen Informationsversorgung in der Nutzung (Änderungsprozesse, Fortschreiben von LSA-Daten, technischer Dokumentation, Materialstammdaten, etc...) ist sicherzustellen.

4.4.5. Zusammenfassung Realisierungsphase

In der Realisierungsphase erfolgt die gesamte Umsetzung der Beschaffung von Produkten zur Schließung von identifizierten Fähigkeitslücken (FFF/FFF(S)) unter Berücksichtigung der getroffenen Auswahlentscheidung (AWE). Diese erstreckt sich von der Angebotsaufforderung inkl. einer zugehörigen Leistungsbeschreibung bis hin zur Genehmigung zur Nutzung. Ausgewählte Produkte müssen zeitgerecht und einsatzreif zur Verfügung gestellt werden. Speziell bei Produktneuentwicklungen ist sorgfältig darauf zu achten, dass alle vorgegebenen Rahmenbedingungen eingehalten werden.

In der Realisierungsphase ist die Beurteilungsfähigkeit des Projektverlaufs durch die Bundeswehr von besonderer Bedeutung. Erfahrenes Personal, welches in der Lage ist die Liefergegenstände des AN qualifiziert zu bewerten, ist in den IPTs in die Projekte einzubinden. Dies gilt sowohl aus technischer Sicht als auch aus der Sicht des Betreibers und Instandhalters.

Realisierungs- und Nutzungsphase können sich über einen längeren Zeitraum überlappen. Abhängig von der Menge der bestellten Produkte und von Lieferkadenzen des AN können nach der Lieferung des ersten Exemplars mehrere Jahre vergehen, bis die Realisierungsphase mit der Lieferung des letzten Exemplars abgeschlossen wird. Erste Erfahrungen in der Nutzung können u.U. den weiteren Auslieferungsprozess beeinflussen, so können z.B. erste auftretende Probleme in der Nutzung schnellstmöglich an den AN zurückgemeldet werden, um für die Auslieferung weiterer Exemplare eine frühestmögliche Abstellung von Unzulänglichkeiten zu erwirken. Für jede Änderung am Produkt muss dabei bzgl. der Produktunterstützung berücksichtigt werden, in wie weit Elemente des Unterstützungssystems betroffen sind und u.U. ebenfalls angepasst werden müssen.

Grundlegende Vorgehensweise über die gesamte Realisierungsphase:

- Das Einbringen von Forderungen bzgl. Instandhaltbarkeit und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz in die Leistungsbeschreibung im Rahmen einer Angebotsaufforderung ist mit hoher Priorität durchzuführen.
- Alle nachträglichen Änderungen an den grundlegenden Rahmenbedingungen, speziell an den Festlegungen in der FFF/FFF(S), im AWE oder in einer Leistungsbeschreibung, bergen ein hohes Risiko von erheblichem Mehraufwand, sowohl aus technischer Sicht als auch aus der Sicht der Instandhaltbarkeit und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz. Daher müssen nachträgliche Änderungen immer gut begründet sein, ausreichend kommuniziert und abgestimmt sein, und mit dem nötigen Budget versehen sein.
- Die LSA Guidance Conference ist die zentrale Kommunikationsplattform zur Festlegung aller Verfahrensweisen im LSA-Prozess und den damit verbundenen Regeln.
- Grundsätzlich ist für alle ILS-Elemente die Durchführung einer Guidance Conference vorzusehen. Speziell die beiden Bereiche Support Engineering und ILS sind als Informationslieferanten bzw. als Informationsnutzer eng mit dem LSA-Prozess verknüpft. Bereits getroffene Entscheidungen in bereits stattgefundenen Guidance Conferences müssen daher bei der Vorbereitung von weiteren Guidance Conferences der anderen Analysedisziplinen oder ILS-Elemente bekannt sein.
- Grundsätzlich ist eine übergreifende ILS Guidance Conference mit Beteiligung aller ILS-Elemente inkl. Vertreter aus den Bereichen LSA und Support Engineering vorzusehen.
- Im Rahmen einer Produktentwicklung sind regelmäßige LSA-Reviews vorzusehen, in denen der Fortschritt der Entwicklung des Unterstützungssystems von der Bundeswehr qualifiziert bewertet wird. Erfahrenes, ausreichend qualifiziertes und entscheidungsbefugtes Personal ist dazu von Seiten der Bundeswehr sicherzustellen.
- Die Einbindung von qualifiziertem Fachpersonal für alle Aktivitäten im Rahmen der Überprüfung von Projektfortschritt und Qualität der Ergebnisse im Bereich Instandhaltbarkeit und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz ist von Seiten der Bundeswehr und der Industrie sicherzustellen. Häufige Personalfuktuation im Bereich des ILS/LSA-Fachpersonals ist weitestgehend zu vermeiden.

4.5. Nutzungsphase

4.5.1. Zugehörige CPM-Phasendokumente

In der Nutzungsphase werden die CPM-Dokumente der vorangegangenen Phasen bei Bedarf entsprechend fortgeschrieben oder geändert. So werden z.B. bei geforderten Produktänderungen die FFF/FFF(S) entsprechend angepasst. Eigene CPM-Dokumente nur für die Nutzungsphase sind nicht vorgesehen.

4.5.2. LSA-Aktivitäten in der Nutzungsphase

Die relevanten LSA-Aktivitäten für die Nutzungsphase sind in Tabelle 2 gelistet.

4.5.3. Beiträge aus dem LSA-Prozess für die Nutzungsphase

In der Nutzungsphase sind die Aspekte bzgl. Unterstützbarkeit von wesentlicher Bedeutung, nicht zuletzt aufgrund von wirtschaftlichen Aspekten. Technisch komplexe Produkte mit langer Nutzungsdauer verändern sich fast immer im Laufe der Zeit, z.B. durch:

- Fortschritte in der Technologie, die genutzt werden sollen
- Abstellen von Schwachstellen im Produkt selbst als auch im Unterstützungssystem
- Erweiterung/Verbesserung von Funktionalitäten
- erforderliche Änderungen aufgrund von Obsoleszenz

Auch die Nutzungs- oder Rahmenbedingungen können über einen langen Zeitraum gesehen Änderungen unterworfen sein, z.B. durch Neuverteilung von Aufgaben im internationalen Verbund der NATO oder durch geänderte Nutzungsbedingungen im Rahmen eines Auslandseinsatz unter stark veränderten klimatischen Voraussetzungen, für die ein Produkt ursprünglich nicht vorgesehen war. Des Weiteren können auch Änderungen im Unterstützungssystem erforderlich werden, wenn sich z.B. im Laufe der Nutzung ein Instandhaltungskonzept als technisch unpraktikabel oder als unwirtschaftlich erweist.

Das permanente Bestreben, in der Nutzung sowohl das Produkt als auch das zugehörige Unterstützungssystem immer weiter zu optimieren und/oder an neue Gegebenheiten so gut wie möglich anzupassen, erfordert einen klar geregelten Umgang mit allen potentiell möglichen Änderungsveranlassungen.

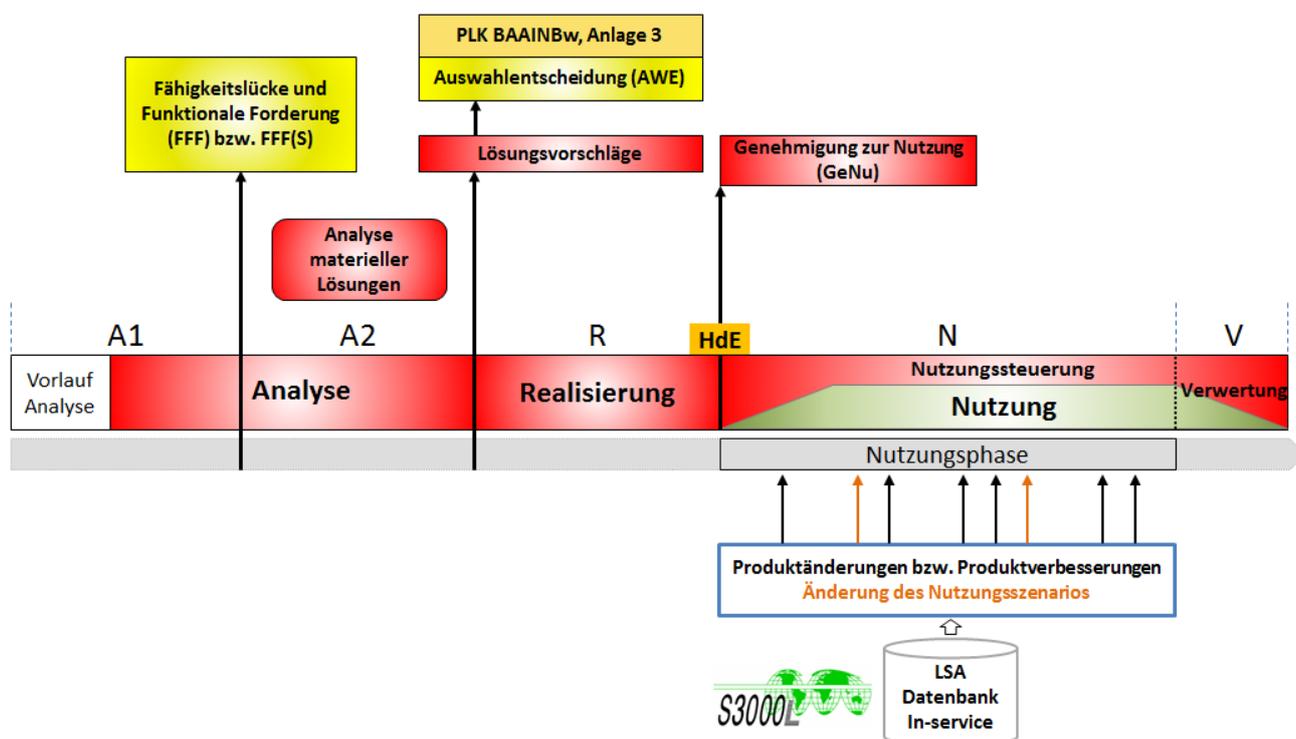


Abbildung 15: Steuerung potentieller Änderungen in der Nutzungsphase

4.5.3.1. Herstellung und Erhalt der Einsatzreife

Von besonderer Wichtigkeit ist zunächst einmal das initiale Erreichen der Einsatzreife. Hierzu ist in der frühen Phase der Nutzung alles Erforderliche zu veranlassen, um eventuelle Schwachstellen oder Lücken bei der „Übergabe des ersten Exemplars“ abzustellen bzw. zu schließen. Dazu ist in der GeNu zu dokumentieren, welche Maßnahmen konkret durchzuführen sind, um voll umfängliche Einsatzbereitschaft (auch und gerade im Bereich der Unterstützbarkeit) zu erreichen. Alle Änderungen in betroffenen Datenbeständen sind im Verbund durchzuführen. Das heißt konkret:

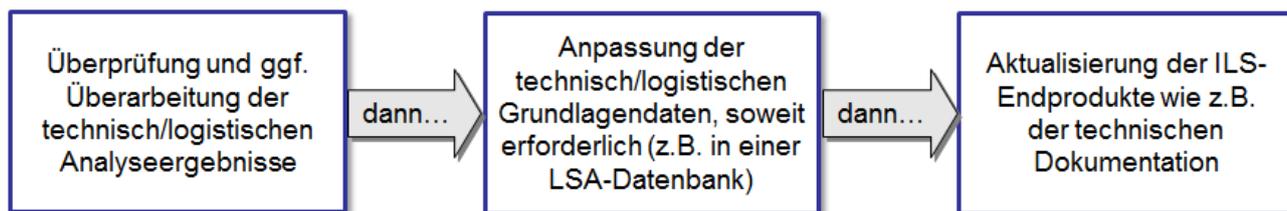


Abbildung 16: Reihenfolge der Anpassungsmaßnahmen

Diese Reihenfolge gilt prinzipiell für alle Änderungen im Laufe der Nutzung eines Produkts. Jede Änderung erfordert eine Analyse der Auswirkungen der Änderung auf das Produkt selbst als auch auf alle Projektelemente.

4.5.3.2. Rückkopplung von Nutzungsinformationen (In-service feedback)

Ist die Einsatzreife initial hergestellt, wird in der Nutzung das Unterstützungskonzept täglich auf die Probe gestellt. Neben der konkreten Durchführung aller erforderlichen Instandhaltungstätigkeiten (Wartung und Instandsetzung = Erhalt und Wiederherstellung der Einsatzreife des Produkts) ist das regelmäßige Hinterfragen der Effizienz und Wirtschaftlichkeit des Unterstützungssystems zu empfehlen.

- Ist das Unterstützungskonzept in Bezug auf Erhalt der Einsatzreife durch entsprechende vorbeugende Instandhaltung (Wartung) effizient und wirtschaftlich?
- Ist das Unterstützungskonzept in Bezug auf Wiederherstellung der Einsatzreife durch entsprechende Instandsetzungsmaßnahmen (Reparatur oder Tausch) effizient und wirtschaftlich?
- Ist die allgemeine Unterstützung im Betrieb (z.B. Stichwort PHST) effizient und wirtschaftlich?

KPIs, die in der Analysephase bzw. Realisierungsphase spezifiziert wurden, auf der Basis von theoretischen Betrachtungen als Prognose errechnet wurden oder aufgrund von Erfahrungswerten vorhergesagt/geschätzt wurden, werden jetzt in der Nutzungsphase mit der Realität konfrontiert. Dies gilt für alle Maßnahmen zum Erhalt oder zur Wiederherstellung der Einsatzreife, sprich für die komplette Instandhaltung und auch für die Unterstützungsmaßnahmen im Betrieb/Einsatz.

Um einen Vergleich der Vorhersagen mit der Realität zu ermöglichen, ist in der Nutzung sicherzustellen, dass relevante Betriebsdaten und/oder Störungsmeldungen sorgfältig dokumentiert und verwendbar aufbereitet werden. Dazu gehört neben dem Grundbetrieb auch das Erfassen und Auswerten von Erkenntnissen aus realen Einsätzen und aus Übungen.

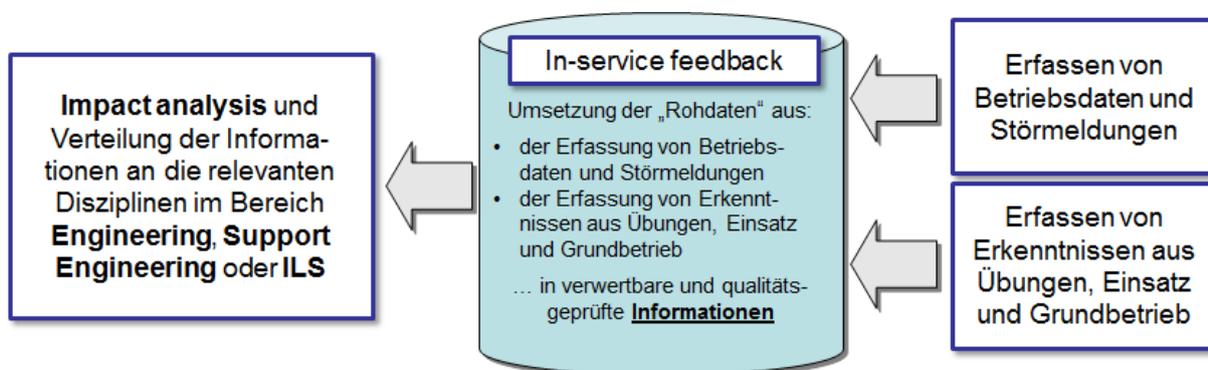


Abbildung 17: In-Service Feedback in der Nutzungsphase

Falls der Vergleich von aufbereiteten Nutzungsinformationen mit den Vorhersagen aus den technisch/logistischen Analysen signifikante Abweichungen ergibt, so muss entsprechend reagiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das Verhalten des Produkts im Betrieb/Einsatz sowohl ne-

gativ (schlechter als prognostiziert) als auch positiv (besser als prognostiziert) abweichen kann. In der Regel sind die negativen Abweichungen von größerem Interesse, denn hier gilt es Missstände abzustellen. Dabei sind die Probleme vordringlich zu behandeln, die den größten negativen Einfluss auf die Nutzbarkeit des Produkts haben.

Positive Abweichungen können ebenfalls eine Reaktion erfordern, wie z.B. die Reduzierung von Bestellmengen für Ersatzteile bei deutlich besserer Zuverlässigkeit als erwartet.

Alle nötigen Änderungen am Unterstützungssystem und den damit verbundenen Grunddaten werden gemäß Abbildung 17 behandelt. Dazu gehören u.a.:

- Anpassung von KPIs aus Zuverlässigkeit, Wartbarkeit oder Testbarkeit aufgrund von Erfahrungen im Betrieb/Einsatz
- Anpassung von Instandhaltungstätigkeiten aufgrund von Erfahrungen im Betrieb/Einsatz
- Anpassung von Produkt-Unterstützungsmaßnahmen (z.B. PHST) aufgrund von Erfahrungen im Betrieb/Einsatz
- Änderung des Instandhaltungskonzepts (z.B. Ändern der Instandhaltungsstufe von bestimmten Maßnahmen, Streichen oder Hinzufügen von Maßnahmen)
- Anpassen/Austauschen von Sonderwerkzeugen und Prüfgerät
- Anpassen der erforderlichen Ausbildung für Bedien- und Instandhaltungspersonal
- Anpassung von Infrastruktur
- Korrektur von fehlerhafter technischer Dokumentation
- Änderungen im Ersatzteilversorgungskonzept (Änderung bei nötigen Kreislaufreserven z.B. durch Wechsel der Instandsetzungseinrichtung vom Betreiber zur Industrie)
- Änderungen in der Verwendung von Verbrauchsmaterial (z.B. Verbot von chemischen Substanzen und dadurch erforderliche Umstellung auf neue Kühlmittel)

4.5.3.3. Produktänderung und Produktverbesserung

Zum einen kann die Forderung nach einer Produktänderung bzw. einer Produktverbesserung durch einen speziellen Fall des „In-service Feedbacks“ veranlasst werden. In diesem Fall führt die Erfahrung aus der täglichen Nutzung des Produkts direkt zu einem Wunsch nach Änderung des Designs des Produkts selbst. Zum anderen können auch Vorschläge für Produktverbesserungen aus der Industrie, Erkenntnisse aus Forschung und Technologie oder Erfahrungen anderer Nutzer mit dem gleichen oder einem ähnlichen Produkt Auslöser für eine Designänderung am Produkt sein.

Jede Designänderung führt aus der Sicht der Produktunterstützbarkeit zum gleichen Analyseprozess:

- Sind alle technisch/logistischen Analyseergebnisse (beginnend beim „logistischen“ Produktaufbruch), die für das ursprüngliche Produkt/Gerät/Bauteil ermittelt wurden, nach der Änderung noch gültig? Wenn nein, sind die entsprechenden Analysen erneut durchzuführen und die Ergebnisse zu aktualisieren. Besonders wichtig sind dabei alle Analyseergebnisse, die relevant für Qualifikation oder Zertifizierung sind.
- Wenn Änderungen in den technisch/logistischen Analyseergebnissen erforderlich sind, sind die dokumentierten logistischen Grunddaten in einer LSA-Datenbank entsprechend zu aktualisieren und es muss gleichzeitig identifiziert werden, welche Details in den ILS-Endprodukten aktualisiert werden müssen. Besonders wichtig sind dabei alle ILS-Endprodukte, die relevant für Qualifikation oder Zertifizierung sind.

Anmerkung:

Mit der Entscheidung für eine Designänderung muss auch die praktische Durchführung einer solchen Änderung sorgfältig geplant werden. Der tatsächliche Austausch von Geräten/Bauteilen am Produkt im Rahmen eines Upgrade-Programms oder eines Retrofits kann bei größeren Flotten einen längeren Zeitraum in Anspruch nehmen. Während dieser Zeit muss sowohl der „alte“ als auch der bereits „neue“ Bauzustand voll unterstützbar sein. Damit ist erforderlich, auch die Datenlage solange parallel zu pflegen, bis das letzte Exemplar auf den neuen Stand umgerüstet ist. Erst dann kann z.B. eine Archivierung der alten LSA-Daten oder von alter, aber nicht mehr benötigter technischer Dokumentation erfolgen.

Nachdem verschiedene Upgrade-Programme oftmals zeitlich überlappend oder sogar gleichzeitig ablaufen, ist die sorgfältige Pflege der LSA-Datenlage umso wichtiger, um das Risiko von inkonsistenten oder lückenhaften ILS-Endprodukten zu minimieren.

4.5.3.4. Änderung des Nutzungsszenarios

Die Änderung des Nutzungsszenarios birgt eines der größten Risiken für die Nutzbarkeit des Produkts selbst, aber auch für seine optimale Unterstützbarkeit. Ein Fahrzeug beispielsweise, das für die Nutzung in Mitteleuropa auf guten Fahrwegen konzipiert wurde, kann beim Einsatz in einem Wüstengebiet mit vorwiegend Schotterpisten oder im Gelände erhebliche Probleme verursachen, sowohl in der Nutzbarkeit selbst als auch in der Unterstützbarkeit. Typische Folgen der „Verschärfung“ eines Nutzungsszenarios (z.B. durch Erhöhung der Nutzungszeit und der Nutzungsintensität, 24/7-Einsätze, raue Umgebungsbedingungen, extreme klimatische Verhältnisse, Krisenszenarien) sind:

- die ursprünglich prognostizierten Ausfallraten werden um ein Vielfaches überschritten
- das Auftreten von Beschädigungen von außen steigt signifikant an
- Beschädigungen durch Waffenwirkung (Beschuss) erfordern ein Konzept für schnelle, vorläufige Instandsetzung (battle damage repair)
- ursprünglich festgelegte, vorbeugende Instandhaltung erweist sich im geänderten Nutzungsszenario als nicht mehr ausreichend (Analyse muss mit geänderten Nutzungsbedingungen wiederholt werden)
- Instandhaltungsmaßnahmen können im geänderten Nutzungsszenario nicht mehr auf der gleichen Instandhaltungsstufe durchgeführt werden
- Das neue Nutzungsszenario beinhaltet die Nutzung in Krisengebieten, d.h. Unterstützung durch Industrieleistungen kann u.U. wegfallen und muss durch Bw-eigene Kräfte kompensiert werden

Auch für ein geändertes Nutzungsszenario müssen alle technisch/logistischen Analyseergebnisse hinterfragt und die eventuell erforderlichen Änderungen in den technisch/logistischen Grunddaten (LSA-Datenbank) durchgeführt werden. Zuletzt werden die ILS-Endprodukte auf der Basis der neuen Datenlage aktualisiert.

Anmerkung:

Mit steigender Anzahl der Auslandseinsätze ist der Betrieb von Wehrmaterial unter veränderten Rahmenbedingungen immer mehr zu beachten. Hierbei ist die Frage zu beantworten, was konkret für einen solchen Einsatz an Unterstützungsausstattung, sprich Ersatzteile, Verbrauchsmaterial, Sonderwerkzeug und Personal (sowohl Bediener als auch Instandhalter) vor Ort benötigt wird, um die Einsatzfähigkeit und Überlebensfähigkeit sicherzustellen. Oftmals empfiehlt sich eine Vorab-Simulation des Szenarios über die geplante Einsatzzeit. Solche Simulationen können heute mit modernen Software-Tools durchgeführt werden. Simulations-Tools sind auf geeignete Eingangsdaten angewiesen. Das gilt sowohl für das Nutzungsszenario als auch für Instandhaltungskonzept und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz (z.B. Transportfähigkeit). Diese erforderlichen Quelldaten können für den Bereich Instandhaltungskonzept und Unterstützbarkeit im Betrieb/Einsatz aus den Inhalten einer LSA-Datenbank generiert werden.

4.5.4. Zusammenfassung und Vorgehensweise in der Nutzungsphase

In der Nutzungsphase unterliegen Produkte, Unterstützungssysteme und Nutzungsbedingungen fast immer einem Änderungsprozess. Das gilt besonders für Produkte mit sehr langen Lebenszeiten, die sich über mehrere Jahrzehnte erstrecken können. Jegliche Änderung kann Einfluss auf die Nutzungsmöglichkeiten des Produkts selbst als auch auf die Unterstützungsfähigkeit im Betrieb/Einsatz haben. Daher müssen Änderungen auch immer zu konsequenten Neubewertungen im Bereich aller Projektelemente führen. Die Analyseprozesse, die einen Entwicklungsprozess begleitet haben, um das initiale Unterstützungskonzept festzulegen, werden bei Änderungen im Laufe der Nutzung eines Produkts wieder aktuell. Die Betroffenheit der verschiedenen Projektelemente ist bei Änderungswünschen vorab zu analysieren, um frühzeitig Risiken zu erkennen, die mit der Änderung eintreten können. Dies gilt im besonderen Maße für die Änderung der Nutzungsbedingungen in einer Form, die durch die ursprüngliche Qualifikation des Produkts nicht abgedeckt waren.

Um Neubewertungen bei Änderungen in der Nutzungsphase vornehmen zu können, ist eine sorgfältige Dokumentation aller Analyseergebnisse aus dem LSA-Prozess erforderlich. Dies gilt über die gesamte Lebensdauer. Tendenzen in Projekten mit entsprechender LSA-Relevanz, den LSA-Prozess in der Nutzungsphase einzustellen und nur die ILS-Endprodukte weiter zu pflegen, ist entschieden entgegenzutreten, um das Risiko des „Auseinanderlaufens“ von Datenbeständen verschiedener Bereiche/Disziplinen zu vermeiden. Inkonsistente Datenbestände in den Bereichen Support Engineering und ILS führen in letzter Konsequenz zu Einbußen in der Verfügbarkeit oder in der Unterstützbarkeit eines Produkts.

Vorgehensweise in der gesamten Nutzungsphase zum Erhalt der Einsatzreife:

- Die LSA-Datenbank ist in der Nutzungsphase das zentrale Element zur Sicherstellung der Fähigkeit der Bewertung der Unterstützbarkeit eines Produkts durch die Bundeswehr. Sie ist das verbindende Glied zwischen Support Engineering und den ILS-Elementen und damit das Rückgrat des gesamten ILS-Prozesses. Das Instandhaltungskonzept und die Maßnahmen zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz sind über den gesamten Lebenszyklus fortzuschreiben.
- Alle Änderungen an Produkt oder Unterstützungssystem müssen einem kontrollierten und konfigurationsgesteuerten Prozess folgen (siehe Abbildung 16)
- Die Rückführung von qualitätsgesicherten Betriebsdaten/Informationen zur Industrie ist ein wichtiges Element zur Analyse der Effizienz des Unterstützungssystems. Diese Daten sind, soweit relevant, in der LSA-Datenbank als In-Service-Werte (measured) zu hinterlegen, um sie mit den vorhergesagten oder geforderten Werten (predicted bzw. specified) zu vergleichen. Ein solcher Soll/Ist-Vergleich von KPIs aus dem Bereich der Unterstützbarkeit liefert wertvolle Erkenntnisse, um u.a. Handlungsbedarf im Bereich der Produktunterstützung aufzuzeigen (z.B. reduzierte Verfügbarkeit durch unerwartet hohe Instandsetzungszeiten, schlechte Instandsetzbarkeit durch ungeeignete Werkzeuge, überhöhter Ersatzteilverbrauch, überfordertes Instandhaltungspersonal)

DER LSA-PROZESS IST DAS RÜCKGRAT FÜR DIE SICHERSTELLUNG DER INSTANDHALTBARKEIT UND UNTERSTÜTZBARKEIT EINES PRODUKTS IM BETRIEB/EINSATZ UND MUSS DAHER AUCH IN DER NUTZUNGSPHASE ALS NOTWENDIGES ELEMENT GEFORDERT UND GELEBT WERDEN

5. DV-Aspekte der S3000L

5.1. Moderne Datenhaltung für S3000L LSA-Daten

Große Datenmengen werden heute i.d.R. in relationalen Datenbanksystemen gehalten. Über moderne DV-Architekturen sind Datenbanken weltweit verfügbar. Die Organisation des Datenzugriffs ist abhängig von der Anzahl der Nutzer, der Menge der Daten und der Einstufung der Daten und wird über geeignete Rechtestrukturen geregelt. Dies ermöglicht den gemeinsamen Zugriff auf große Datenmengen auf der Basis eines gemeinsamen Datenbestandes.

Im Gegensatz dazu steht die Philosophie von verteilten Datenbanken. In früheren LSA-Projekten mit Bundeswehr-Beteiligung (z.B. NH90, UH Tiger, Eurofighter Typhoon) wurde diese Methode aufgrund von Einschränkungen der zum damaligen Zeitpunkt verfügbaren DV-Technologie angewendet. Die Verteilung von Daten auf verschiedene DV-Systeme hatte verschiedene Ursachen:

- Nicht ausreichende bzw. fehlende Leistungsfähigkeit früherer DV-Systeme (Speicherplatz, Performance und speziell Netzwerkfähigkeit)
- Verteilung von Projekten auf verschiedene Partnerorganisationen (Workshare)
- Organisatorische Vorgaben (z.T. begründet durch Sicherheitsanforderungen)

Abbildung 18 zeigt eine typische DV-Architektur mit verteilten Datenbanken:

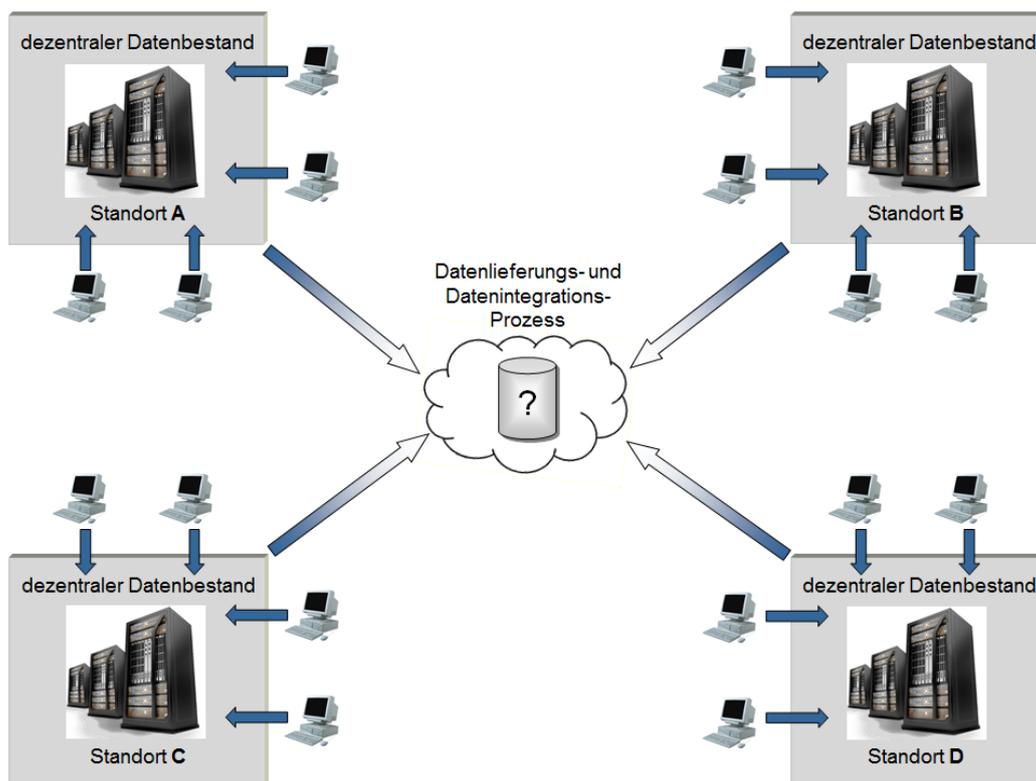


Abbildung 18: Verteilte Datenbanken und Datenlieferungsprozess

In einer solchen DV-Umgebung werden Daten in einzelnen „Portionen“ beim jeweiligen Ersteller der Daten gehalten. Jede Organisation ist verantwortlich für den eigenen Anteil. Zum Erfassen des Gesamtbestands der LSA-Daten ist innerhalb der industriellen Partner ein Prozess erforderlich, in dem die Datenportionen zusammengefahren und aufbereitet werden. Abhängig von vertraglichen Vereinbarungen muss dies in regelmäßigen Abständen wiederholt werden, um sicherzustellen, dass

der Gesamtbestand an LSA-Daten, der in regelmäßigen Abständen an die Bundeswehr geliefert werden muss, auf aktuellem Stand ist. Die Nachteile und Risiken dieser Vorgehensweise sind:

- Der Prozess des Zusammenfahrens und des Aufbereitens der Daten ist u.U. zeitaufwendig und fehleranfällig
- Daten sind bei Lieferung bereits nicht mehr aktuell, d.h. kurze Lieferabstände wären erforderlich, um die Aktualität der Daten für die Bundeswehr zu gewährleisten
- Kein Zugriff auf die aktuellen Datenbestände der anderen Projektbeteiligten bzw. kein Zugriff auf tagesaktuelle LSA-Daten durch die Bundeswehr möglich
- Unterschiedliche DV-Systeme bei den einzelnen Projektbeteiligten sind u.U. nicht vollständig kompatibel. Dies erzeugt zusätzlichen Aufwand, denn zu liefernde Daten müssen vor der eigentlichen Integration aufbereitet werden.
- Vervielfachung der benötigten DV-Umgebung (Serverhardware, Softwarepakete, Lizenzen, Datensicherungssysteme, etc...)

Durch fortschreitende Entwicklung im Bereich der Datenkommunikation und Netzwerktechnologie ergeben sich neue Möglichkeiten des Zugriffs auf zentrale Datenbanken. Zentrale Datenhaltung mit Zugriff von nahezu beliebigen Standorten vereinfacht die Haltung größerer Datenmengen. Dabei sind frühere Restriktionen aufgrund fehlenden Speicherplatzes oder mangelnder Performance beim Zugriff auf Daten durch die Entwicklung bei Speichermedien oder Netzwerktechnologie kaum mehr relevant. Ein Beispiel einer DV-Umgebung mit zentraler Datenhaltung ist in Abbildung 19 dargestellt.

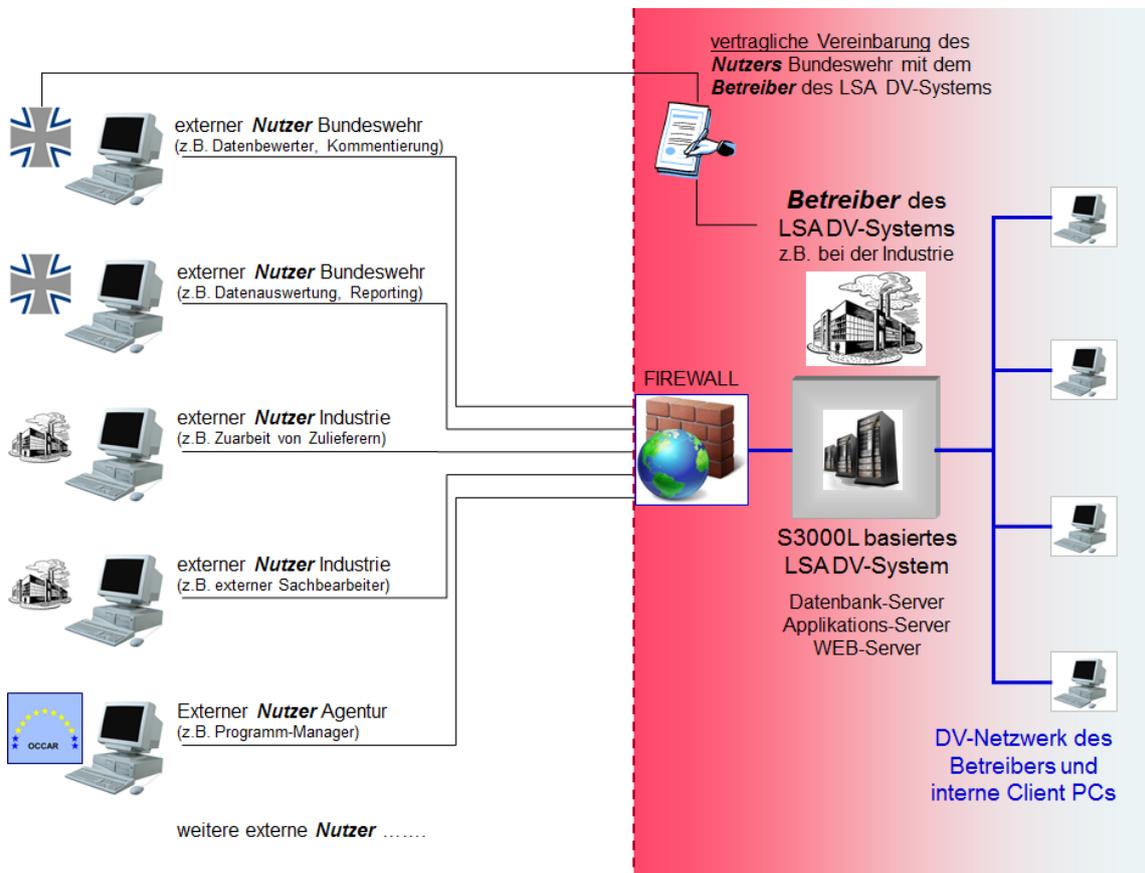


Abbildung 19: Zentrale Datenhaltung in einer modernen DV-Architektur

Die Vorteile einer solchen Architektur sind:

- Vermeidung von aufwendigen Datenaustauschverfahren im Falle von verteilten Datenbanken
- Vermeidung von Datenredundanz
- Permanenter gemeinsamer Zugriff von Bundeswehr und industriellen Partnern auf den tagesaktuellen Stand der Daten
- Verfügbarkeit der Daten an nahezu beliebigen Standorten

Vorgehensweise beim Aufbau einer LSA-Datenumgebung:

- Für die Umsetzung einer S3000L LSA-Datenumgebung ist der Ansatz über eine zentrale Datenhaltung als primäre Lösung auszuwählen. Umständliche und aufwendige Datenaustauschverfahren sind zu vermeiden.
- Die technischen Voraussetzungen bei der Bundeswehr zur Umsetzung einer zentralen Datenhaltung mit Zugriff über WAN- bzw. WEB-Technologien sind frühzeitig zu ermitteln und auf ihre Realisierbarkeit hin zu analysieren. Dies gilt in besonderem Maße für eingestufte Daten (d.h. nicht „offen“).
- Bei zentraler Datenhaltung darf nur über sichere Datenverbindungen auf die LSA-Datenbank zugegriffen werden (dedizierte Standleitungen, Einsatz von Kryptographie)
- Bei zentraler Datenhaltung sind auf Seiten der Betreiber der DV-Systeme erhöhte Anforderungen an die Ausfallsicherheit zu berücksichtigen:
 - Backup und Wiederherstellungs-Prozesse müssen definiert und getestet sein
 - Redundanzen der erforderlichen DV-Komponenten aufgrund eines "Single Point of Failure" (z.B. führt der Ausfall des Datenbankservers zum Ausfall des ganzen Systems) sind zu realisieren, falls eine hohe Verfügbarkeit des LSA DV-Systems gefordert ist (in gängigen LSA-Projekten ist dies eher die Ausnahme).
- Für den Zugriff auf die LSA-Datenbank sind Nutzerrollen und zugehörige Zugriffsrechte zu definieren. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Applikationsrechten (Administrator, normaler Nutzer, „Read-only“-Nutzer) und inhaltlichen Rechten (Zugriff auf bestimmte Projekte oder einzelne Projektbereiche, z.B. eingeschränkter Zugriff auf ein bestimmtes Subsystem eines Produkts für einen angebundenen Zulieferer).
- Für den Fall, dass aufgrund von entsprechenden Rahmenbedingungen in einem Projekt LSA-Daten auszutauschen sind (Industrie-intern oder als Datenlieferung zur Bundeswehr), ist die Vorgehensweise zur Implementierung von LSA-Datenaustausch in einem Beschaffungsprojekt der Bundeswehr nach LSA-TYP 2 zu berücksichtigen, siehe Kapitel 5.4.

5.2. S3000L-Datenmodell

Das Hauptziel einer Datenmodellierung ist die eindeutige Definition der in einem DV-System zu verwaltenden Objekte (in einem definierten Kontext), ihrer zugeordneten Informationen (Attribute) und der Zusammenhänge zwischen den Objekten, um so einen Überblick über die Datensicht des DV-Systems zu erhalten.

Eine Datenmodellierung erfolgt in der Regel in mehreren Schritten. Nach einer ersten konzeptionellen Modellierung der darzustellenden „Wirklichkeit“ (= definierter Kontext) erfolgt die Abbildung in einem logischen Datenmodell. Beim Datenmodell, welches im Kapitel 19 der S3000L beschrieben ist, handelt es sich um ein solches logisches Datenmodell. Zur Nutzbarmachung wird ein logisches

Datenmodell im Rahmen einer Datenbankentwicklung in ein physikalisches Datenbankmodell überführt, in welchem konkrete Tabellen mit allen erforderlichen Details zur DV-technischen Nutzung umgesetzt sind.

Siehe auch <https://de.wikipedia.org/wiki/Datenmodellierung>

Beispiel:

Definierter Kontext:	Die Wartung eines Panzers in einer Instandhaltungshalle
Relevante Objekte:	Mitarbeiter, Werkzeuge, zu wartende Produkte (z.B. Panzer), Wartungstätigkeiten, etc...
Attribute	<ul style="list-style-type: none"> - für das Objekt <i>Mitarbeiter</i> Mitarbeiter-ID, Vorname, Nachname, Dienstgrad, Alter, etc... - für das Objekt <i>Werkzeuge</i> Werkzeug-ID, Werkzeugbezeichnung, Werkzeugnummer, etc...) - für das Objekt <i>Wartungstätigkeiten</i> Tätigkeitsart, Tätigkeitsbeschreibung, Tätigkeitsdauer, etc... - etc...
Beziehungen (Relationen)	<ul style="list-style-type: none"> - Mitarbeiter MA <u>beherrscht</u> die Bedienung des Werkzeugs W1 - Mitarbeiter MB <u>führt</u> die Wartungstätigkeit T1 (Ölwechsel) <u>durch</u> - Für Wartungstätigkeit T43 <u>benötigt man</u> das Werkzeug W26 - etc...

5.2.1. Die Modellierungssprache UML

Zur Entwicklung eines logischen Datenmodells existieren verschiedene Methoden und Werkzeuge, bzw. „Modellierungssprachen“. Der Anwendungsbereich der Modellierungssprache UML (Unified Modelling Language) erstreckt sich über die Analyse, das Design und die Umsetzung von Softwarebasierten Anwendungssystemen bis hin zur Modellierung ganzer Prozessketten oder anderer ähnlicher Systeme. UML ist eine standardisierte Entwicklung eines internationalen Konsortiums von führenden IT-Unternehmen, der sog. Object Management Group (OMG). Die UML-Sprache ist aktuell die dominierende Sprache für die Modellierung von Softwaresystemen. Die derzeit aktuelle UML-Version ist 2.5. Im Internet finden sich auf verschiedenen Webseiten umfangreiche Informationen zum Thema UML.

- UML Homepage <http://www.uml.org>
- OMG Homepage <http://www.omg.org>
- Wikipedia https://de.wikipedia.org/wiki/Unified_Modeling_Language
http://de.wikipedia.org/wiki/Object_Management_Group

5.2.2. Unit of Functionality (UoF)

Ziel eines logischen Datenmodells ist die sinnvolle Strukturierung und Gruppierung von Daten. Dazu werden Informationen nach inhaltlicher Zusammengehörigkeit in sog. Entitäten zusammengefasst. In der Spezifikation S3000L werden diese Entitäten als Unit of Functionality (UoF) bezeichnet.

Die „unterste“ Komponente einer UoF ist das einzelne Datenelement (auch als Attribut bezeichnet). Diese Datenelemente sind in der S3000L in Kapitel 22 in alphabetischer Reihenfolge gelistet. Mehrere Datenelemente werden im Modell zu logisch zusammengehörigen Gruppen zusammengefasst, den sog. Klassen. Diese Klassen bilden später die Grundlage zur Definition von konkreten Tabellen in einer Datenbank.

Klassen stehen miteinander in Beziehung. Die Zusammenführung mehrerer Klassen (inkl. ihrer Beziehungen untereinander) zu einer Entität ergibt die „oberste“ Komponente des S3000L-Datenmodells, die sog. UoF. Somit ergibt sich der logische Zusammenhang zu:

Mehrere **Attribute** ergeben eine \Rightarrow **Klasse**, mehrere **Klassen** formen eine \Rightarrow **Entität** (UoF)

Beispiel:

In Abbildung 20 ist die erste UoF aus dem S3000L-Datenmodell dargestellt. In dieser UoF **Product and Project** sind alle Datenelemente zur Definition eines Projekts und Produkts zusammengefasst.

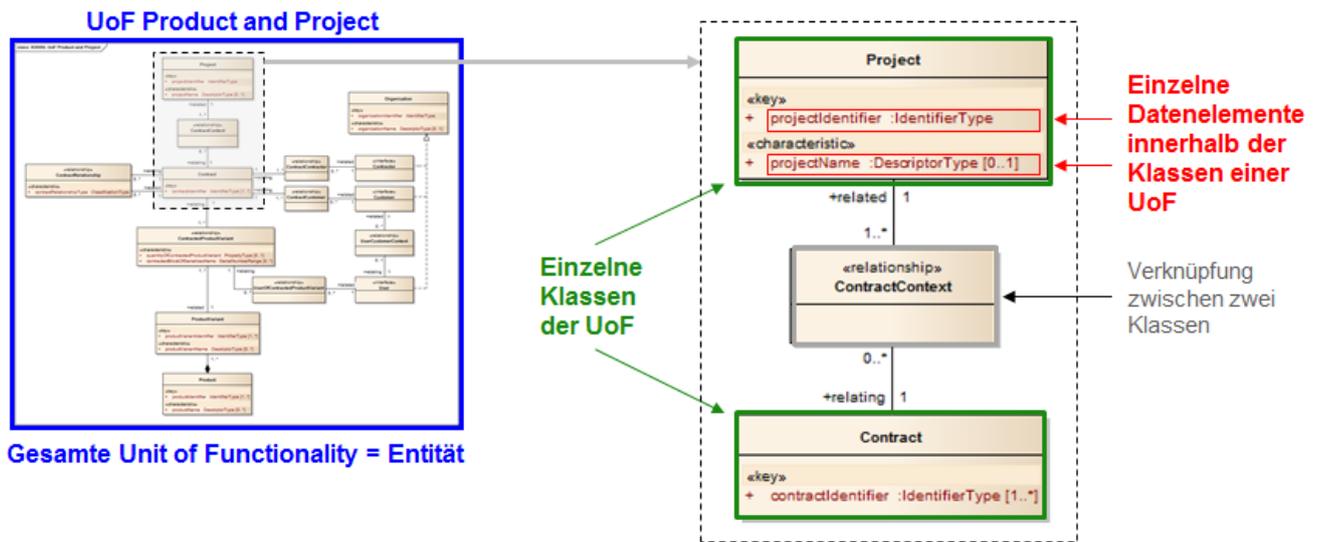


Abbildung 20: Datenelement - Klasse - UoF

In Kapitel 9.1, Anhang A - das S3000L-Datenmodell werden alle Elemente (Attribute, Datentypen, Klassen, Verknüpfungsarten) der UML-Modellierung erläutert, die im Datenmodell der S3000L zur Anwendung kommen.

In Kapitel 9.2, Anhang B - Units of Functionality werden alle 22 UoF aus dem Kapitel 19 der S3000L bzgl. ihrer Themenbereiche und fachlichen Inhalte erläutert.

Ziel der beiden Anhänge ist es, die einzelnen UoF für DV-Experten/DV-Expertinnen der Bundeswehr lesbar und die LSA-spezifischen, fachlichen Zusammenhänge sichtbar zu machen.

5.3. Die Datenelemente der Kern-LSA der Bundeswehr

Die 22 UoF der S3000L bieten eine umfangreiche Auswahl an Datenelementen. In den Erläuterungen zu den UoF im Anhang B - Units of Functionality wurden diejenigen Datenelemente identifiziert, die als Minimalansatz für ein Beschaffungsprojekt der Bundeswehr nach LSA-TYP 2 (DBGMLU, siehe [9]) zu fordern sind.

In der folgenden Tabelle sind alle als verbindlich bzw. konditional eingestufteten Datenelemente der 22 UoF gelistet. Alle weiteren Datenelemente können als optional betrachtet und projektspezifisch genutzt werden. Alle UoF, die keine verbindlichen Datenelemente enthalten, sind in der Übersicht nicht berücksichtigt.

Tabelle 5: Datenelemente der Kern-LSA der Bundeswehr

UoF	Klasse	Datenelement	V	K
Product and Project	<i>Project</i>	<i>projectIdentifier</i>	x	
	<i>Organization</i>	<i>organizationIdentifier</i>	x	
	<i>Organization</i>	<i>organizationName</i>	x	
	<i>Contract</i>	<i>contractIdentifier</i>	x	
	<i>Product</i>	<i>productIdentifier</i>	x	
	<i>Product</i>	<i>productName</i>	x	
	<i>ProductVariant</i>	<i>productVariantIdentifier</i>	x	
Product Usage Context	<i>MaintenanceLevel</i>	<i>maintenanceLevelIdentifier</i>	x	
	<i>MaintenanceLevel</i>	<i>maintenanceLevelName</i>	x	
	<i>MaintenanceLevel</i>	<i>maintenanceLevelCapabilityDescription</i>		x
	<i>MaintenanceLocation</i>	<i>maintenanceLocationIdentifier</i>	x	
	<i>MaintenanceLocation</i>	<i>maintenanceLocationName</i>	x	
	<i>OperatingLocation</i>	<i>operatingLocationIdentifier</i>		x
	<i>ContractedProductVariantAtOperatingLocation</i>	<i>operatingRequirementAtOperatingLocation</i>		x
Breakdown Structure	<i>Breakdown</i>	<i>breakdownType</i>	x	
	<i>BreakdownRevision</i>	<i>breakdownRevisionIdentifier</i>	x	
	<i>BreakdownElement</i>	<i>breakdownElementIdentifier</i>	x	
	<i>BreakdownElement</i>	<i>breakdownElementName</i>	x	
	<i>BreakdownElement</i>	<i>breakdownElementEssentiality</i>	x	
	<i>BreakdownElementRevision</i>	<i>breakdownElementRevisionIdentifier</i>	x	
Part Definition	<i>PartAsDesigned</i>	<i>partIdentifier</i>	x	
	<i>PartAsDesigned</i>	<i>partName</i>	x	
	<i>PartAsDesignedPartsListEntry</i>	<i>quantityOfChildElement</i>		x
	<i>PartAsDesignedSupportData</i>	<i>partObsolescenceRiskAssessment</i>		x
	<i>PartAsDesignedControlledItemData</i>	<i>partDemilitarizationClass</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartOperationsAuthorizedLife</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartHazardousClass</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartFitmentRequirement</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartElectromagneticIncompatible</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartElectrostaticSensitive</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartElectromagneticSensitive</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartMagneticSensitive</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartRadiationSensitive</i>	x	
	<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartLogisticsCategory</i>	x	
Breakdown Element Realization	<i>HardwareElement</i>	<i>hardwareElementType</i>	x	
	<i>SoftwareElement</i>	<i>softwareElementType</i>	x	
	<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementStructuralIndicator</i> ^{S4000P}	x	
	<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementFunctionalReplaceability</i>	x	
	<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementFunctional-ReplaceabilityStrategy</i>	x	
Breakdown Aggregated Element	<i>AggregatedElement</i>	<i>aggregatedElementType</i>	x	
LSA Candidate	<i>LSACandidate</i>	<i>LSACandidateIndicator</i>	x	
	<i>ProductServiceLife</i>	<i>productServiceLife</i>		x
	<i>MeanTimeBetweenFailure</i>	<i>meanTimeBetweenFailure</i>	x	
	<i>FailureRate</i>	<i>failureRate</i>	x	
	<i>CorrectionFactor</i>	<i>correctionFactorJustification</i>		x
LSA FMEA	<i>FailureMode</i>	<i>failureModeIdentifier</i>	x	
	<i>FailureMode</i>	<i>failureModeDescription</i>	x	
	<i>FailureMode</i>	<i>failureModeFailureRate</i>	x	
	<i>LSAFailureModeWithDistributionRatio</i>	<i>LSAFailureModeDistributionRatio</i>	x	
Event and Dama-	<i>SpecialEvent</i>	<i>specialEventTitle</i>	x	

UoF	Klasse	Datenelement	V	K
ge	<i>SpecialEvent</i>	<i>specialEventDescription</i>	x	
	<i>Damage</i>	<i>damageDescription</i>	x	
LSA Candidate Task Requirement	<i>TaskRequirement</i>	<i>taskRequirementIdentifier</i> ^{S4000P}	x	
	<i>AuthorityDrivenTaskRequirement</i>	<i>taskRequirementAuthoritySourceType</i>		x
	<i>AuthorityDrivenTaskRequirement</i>	<i>taskRequirementAuthority</i>		x
	<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementRevisionIdentifier</i>	x	
	<i>FunctionalFailure</i>	<i>functionalFailureEffectCriticality</i> ^{S4000P}		x
Task	<i>Task</i>	<i>taskIdentifier</i>	x	
	<i>RectifyingTask</i>	<i>packagedTask</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskRevisionIdentifier</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskName</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>informationCode</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskPersonnelSafetyCriticality</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskProductIntegrityCriticality</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskOperabilityImpact</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskDuration</i>	x	
	<i>TaskRevision</i>	<i>taskTotalLabourTime</i>		x
	<i>Subtask</i>	<i>subtaskIdentifier</i>	x	
	<i>Subtask</i>	<i>subtaskRole</i>	x	
	<i>WarningCautionNote</i>	<i>warningCautionNoteIdentifier</i>	x	
	<i>WarningCautionNote</i>	<i>warningCautionNoteDescription</i>	x	
	<i>WarningCautionNote</i>	<i>warningCautionNoteType</i>	x	
	<i>SubtaskByDefinition</i>	<i>subtaskName</i>	x	
	<i>SubtaskByDefinition</i>	<i>subtaskDescription</i>		x
<i>SubtaskByDefinition</i>	<i>subtaskDuration</i>	x		
Task Resources	<i>TaskResource</i>	<i>fixedResourceMarker</i>	x	
	<i>TaskPersonnelResource</i>	<i>taskPersonnelResourceRole</i>	x	
	<i>TaskPersonnelResource</i>	<i>taskNumberOfPersonnelResource</i>	x	
	<i>Skill</i>	<i>skillCode</i>	x	
	<i>TaskFacilityResource</i>	<i>taskFacilityResourceQuantity</i>	x	
	<i>TaskMaterialResource</i>	<i>taskMaterialResourceQuantity</i>	x	
Task Usage (Part 1)	<i>TimeLimit</i>	<i>timeLimitHarmonizationIndicator</i>	x	
	<i>TaskFrequency</i>	<i>taskFrequency</i>		x
	<i>TaskFrequency</i>	<i>taskFrequencyCalculationMethod</i>		x
	<i>ParameterThresholdDefinition</i>	<i>thresholdValue</i> ^{S4000P}	x	
	<i>EventThresholdDefinition</i>	<i>eventThresholdNumberOfEventOccurrences</i>	x	
Security Classification	<i>SecurityClass</i>	<i>securityClass</i>	x	
Organization Assignment	<i>OrganizationAssignment</i>	<i>organizationAssignmentRole</i>	x	
Document	<i>S1000DDataModule</i>	<i>dataModuleCode</i>	x	
	<i>S1000DPublicationModule</i>	<i>publicationModuleCode</i>		x
	<i>ExternalDocument</i>	<i>documentIdentifier</i>	x	
	<i>ExternalDocument</i>	<i>documentTitle</i>	x	
	<i>ExternalDocumentIssue</i>	<i>documentIssueIdentifier</i>	x	

Anzahl der verbindlichen Datenelemente der S3000L Kern-LSA der Bundeswehr **81**

Anzahl der bedingt verbindlichen (konditionalen) Datenelemente der S3000L Kern-LSA der Bundeswehr **17**

(Tabellenspalte **V** = verbindlich, **K** = konditional)

Rot formatierte und mit ^{S4000P} gekennzeichnete Datenelemente in der Liste sind die PMA-spezifischen Mindestinformationen, welche durch die Übernahme der PMTR aus der Preventive Maintenance Analysis in der LSA dokumentiert werden.

Vorgehensweise zur Implementierung der Kern-LSA in einem Beschaffungsprojekt der Bundeswehr nach LSA-TYP 2 (siehe [9]):

- Die Datenelemente der Kern-LSA sind in jedem LSA-Projekt der Bundeswehr nach LSA-TYP 2 die verbindliche Grundlage.
- Sollen einzelne Datenelemente des Minimalansatzes aufgrund von speziellen Projekt-Rahmenbedingungen nicht verwendet werden, so ist dies prinzipiell möglich, muss aber immer qualifiziert begründet werden.
- Alle weiteren projektspezifischen Datenelemente sind, gemeinsam mit den Datenelementen der Kern-LSA, in einer Datenelementeliste (DEL) festzulegen. Diese Liste ist ein verbindlicher Bestandteil eines PLK.
- Für jedes Datenelement ist ein Regelwerk zur Befüllung festzulegen (Input Instructions). Diese Festlegungen müssen als Minimum Formate und Syntax, zu verwendende Einheiten, erlaubte Kodierungen und die zu verwendende Sprache enthalten.
- Eine DEL ist ein fortzuschreibendes Element des PLK, da sich in den verschiedenen Projektphasen der Bedarf an LSA-Datenelementen oder auch deren Ausprägung (z.B. vom spezifizierten zum geschätzten bis zum realen Wert aus der Nutzung) verändern kann.

Anmerkung:

Die Übernahme der Daten aus der PMA nach S4000P kann weitere Datenelemente enthalten. So werden z.B. Daten zum Produktaufbruch zu einem gewissen Teil bereits innerhalb der S4000P Analysen erarbeitet, z.B. eine System/Subsystem-Matrix zum Zweck der Entwicklung einer System FMEA. Die logische Unterteilung eines Produkts in seine Systeme/Subsysteme ist ein Analyseschritt, der auch im S3000L-Datenbestand benötigt wird. Auch werden im Rahmen der Ermittlung der funktionalen Fehlerursachen bereits tiefer im Produkt liegende Komponenten analysiert und ggf. als Fehlerursachen identifiziert. Diese Komponenten sind später im LSA-Aufbruch klassische LSA-Kandidaten und werden im hierarchischen Produktaufbruch geführt. Somit kann auch diese Information, generiert mittels S4000P-Analyse, von der S3000L als ein Teil des Produktaufbruches bereits übernommen werden.

5.4. Datenaustauschverfahren

Datenaustausch zwischen Bundeswehr und Auftragnehmer, oder auch zwischen verschiedenen Projektpartnern innerhalb der Industrie, erfordert einheitliche Vorgaben, in welcher Form die Daten ausgetauscht werden. Das Format muss eindeutig festgelegt sein, Interpretationsspielraum, z.B. durch die Verwendung unterschiedlicher DV-Anwendungen, ist auszuschließen. Exporte aus einem Quellsystem (z.B. LSA-Datenbank beim industriellen Partner) müssen fehlerfrei von DV-Systemen eines Zielsystems (z.B. LSA-Auswerte- und Bewertungsanwendung bei der Bundeswehr) importiert werden können.

In jedem Fall ist der Ablauf des Datenaustausches klar zu regeln. Dies wird vom IPT, z.B. im Rahmen einer LSA Guidance Conference im LSA Guidance Document festgelegt und im PLK dokumentiert. Die Regeln müssen als Minimum folgende Aspekte abdecken:

- Datenformat
- Zeitplan der Lieferungen
- Zweck der Lieferung (z.B. zur Bewertung durch die Bundeswehr)

Anmerkung:

In der S3000L, Issue 1.1 (siehe [2]) wird für die Bezeichnung „LSA Guidance Document“ noch „LSA Guidance Conference Document“ verwendet. Im Rahmen der ständigen Harmonisierung der Terminologie innerhalb der ASD/AIA ILS-Specification Suite wird in allen zukünftig erscheinenden Versionen der S3000L einheitlich der Begriff Guidance Document verwendet. Im vorliegenden Leitfaden wird ebenfalls durchgängig der Begriff Guidance Document benutzt.

Vorgehensweise zur Implementierung von LSA-Datenaustausch in einem Beschaffungsprojekt der Bundeswehr nach LSA-TYP 2 (siehe [9]):

- Das Datenaustauschformat ist zu harmonisieren und festzulegen
- Der Umfang der Daten (Liefergegenstand und ggf. inhaltliche Einschränkungen) und ein verbindlicher Zeitplan für die Datenlieferungen sind festzulegen und als Teil des PLK zu dokumentieren.
- Es ist sicherzustellen, dass der Datenempfänger die gelieferten Daten für den vorgesehenen Zweck nutzen kann (DV-Umgebung, Importieren von Daten). Dazu muss der fehlerfreie Datenaustausch vor der ersten „scharfen“ Lieferung ausreichend getestet sein, insbesondere im Fall der Verwendung von unterschiedlichen Software-Paketen.
- Grundsätzlich ist die Verwendung von gleichen DV-Systemen bei allen am Projekt beteiligten Partnern (Bundeswehr, Auftragnehmer, Zulieferer, Management, etc...) zu bevorzugen. Die Verwendung unterschiedlicher LSA-Softwarelösungen birgt das Risiko von zusätzlichem Aufwand für erforderliche Datenaufbereitung vor einer Datenlieferung.
- Prinzipiell gilt immer die Empfehlung aus Kapitel 5.1, Datenaustausch zu vermeiden und den Zugriff auf gemeinsame Datenquellen zu realisieren.

5.4.1. Datenaustauschformat der S3000L**5.4.1.1. Historie - S3000L (Issue 1.0) und PLCS**

Als erste Grundlage für den Austausch von S3000L-basierten LSA-Daten wurde für S3000L, Issue 1.0 der Standard ISO 10303, "Automation systems and integration - Product data representation and exchange", ausgewählt. Dieser Standard ist auch unter der Bezeichnung STEP bekannt. STEP steht für "**ST**andard for the **EX**change of **P**roduct model data". Ein Ziel des STEP-Standards ist die DV-basierte Beschreibung von umfangreichen Produktdaten aus verschiedenen Bereichen (z.B. Entwicklung, Support, Betrieb) über den gesamten Produkt-Lebenszyklus, vom ersten Konzept bis hin zur Aussonderung eines Produkts. Damit bietet der Standard eine Grundlage für:

- Entwicklung und Nutzung von Datenbankanwendungen zum gemeinsamen Zugriff auf den kompletten Umfang aller Produktdaten in allen Projektphasen
- Neutraler Datenaustausch von Produktdaten über alle Anwendungsbereiche

Zu Beginn der Entwicklung des STEP-Standards im Jahr 1984 erfolgte zunächst eine Konzentration auf die Ablösung bestehender Standards für die Erstellung und den Austausch von CAD-Daten, wie z.B. IGES (Initial Graphics Exchange Specification) oder VDA-FS (Verband der Automobilindustrie - Flächenschnittstelle). Bei der Veröffentlichung des ersten Entwurfs von STEP in den Jahren 1994/95 bestand dieser lediglich aus 10 Teilbereichen und 2 sog. Applikationsprotokollen (APs).

Während der weiteren Entwicklung des STEP-Standards wurde erkannt, dass in den verschiedenen Projektphasen eines Produktlebens eine große Anzahl von unterschiedlichen Produktdaten mit beliebig komplexen Zusammenhängen entsteht. Damit wurde es erforderlich, den STEP-Standard schrittweise in eine Vielzahl von kleineren, überschaubaren Teilbereichen zu unterteilen. Eine Übersicht der wichtigsten Teile des STEP-Standards findet sich z.B. unter:

[http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_STEP_\(ISO_10303\)_parts](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_STEP_(ISO_10303)_parts)

In seiner heutigen Form ist der STEP-Standard einer der umfangreichsten Standards innerhalb der ISO. Er bildet nahezu alle DV-technischen Grundlagen für die Beschreibung von Produktdaten ab. Der Einsatz von STEP eignet sich für verschiedenste Anwendungsbereiche bzw. -systeme wie z.B. Computer-Aided Design (CAD), Computer-Aided Manufacturing (CAM), Produktdatenmanagement (PDM), Digital Mock-Up (DMU) und Computer-Aided Engineering (CAE). Ein zentraler Teil des

Standards sind die sog. Applikationsprotokolle (AP), die für sich stehend jeweils einen eigenständigen Teil des Gesamtstandards darstellen. Jedes AP deckt einen spezifischen Anwendungsfall und/oder einen speziellen industriellen Bereich ab. Das Applikationsprotokoll PLCS (ISO 10303-239, Product Life Cycle Support) wurde als geeignete Grundlage für die Entwicklung eines ersten Datenaustauschformats für S3000L-basierte LSA-Daten ausgewählt.

5.4.1.2. S3000L (Issue 1.1) und XML

Mit der Weiterentwicklung der S3000L, Version 1.0 zur Version 1.1 wurde im S3000L Steering Committee eine grundlegende Entscheidung zum Thema Datenaustausch getroffen. Das Datenformat für den Datenaustausch wurde auf XML umgestellt. XML steht für „Extensible Markup Language“ und ist eine sog. Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdateien. Eine der Hauptanwendungen ist heute der Austausch von Daten zwischen verschiedenen Computersystemen.

Ein XML-Dokument besteht aus Textzeichen, im einfachsten Fall in ASCII-Kodierung, und kann prinzipiell in Texteditoren angezeigt werden. Soll das Dokument zum Zweck des Datenaustausches verwendet werden, wird es für die maschinelle Verarbeitung optimiert. In diesem Fall wird ein vordefiniertes Schema benutzt. Genau diese Fähigkeit macht XML zu einem optimalen Werkzeug für die Umsetzung bereits bestehender Datenmodelle (so der Fall bei S3000L) in ein Format, welches den Inhalt des Datenmodells in der Form darstellt, dass mit den einzelnen Datenelementen auch gleich die Struktur (sprich die Organisation der Daten in Klassen und Entitäten) in einem sog. XML-Schema vordefiniert werden kann.

5.4.2. Das S3000L XML Schema

Soll XML zum Zweck des Datenaustausches verwendet werden, ist die Struktur der XML-Datei mittels eines sog. XML-Schemas zu definieren. Die Definition eines XML-Schemas erfolgt in einer sog. XSD-Datei (XSD steht hier für **XML-Schema-Definition**). Ein XML-Schema erlaubt komplexe inhaltliche Zusammenhänge zu beschreiben. Es bietet neben der Strukturierung von XML-Dateien auch die Möglichkeit, den Inhalt von Elementen und Attributen zu beschränken, z. B. auf Zahlenformate, Texte oder Datumsangaben. Dies erfolgt z.B. mit der Anwendung der Regeln der sog. „regular expressions“.

<http://www.regular-expressions.info/>

Das S3000L XML-Schema wurde von der ASD/AIA Arbeitsgruppe DMEWG entwickelt und kann kostenfrei über die Internetseite der S3000L heruntergeladen werden.

<http://www.s3000l.org/downloads.html>

Zur Nutzung des S3000L-Schemas für die Umsetzung z.B. von Datenaustauschverfahren mittels Import/Export von Daten aus relationalen Datenbanken sind fundierte Kenntnisse in XML und in Datenbanktechnologien erforderlich.

5.5. Ergänzende Dokumente, DMEWG

Die ASD/AIA Arbeitsgruppe DMEWG umfasst die IT-Verantwortlichen der einzelnen Spezifikationen. Die DMEWG ist u.a. verantwortlich für die Entwicklung und Pflege der UML-Datenmodelle und der Datentransferformate (XML-Schemata). In der DMEWG findet sich jeweils mindestens ein Vertreter aus jeder Spezifikation der ASD/AIA ILS Specification Suite. Ziel der Arbeitsgruppe ist sowohl die Weiterführung der Harmonisierung der Datenmodelle und der Datenaustauschformate als auch die Unterstützung von DV-Experten/DV-Expertinnen durch ergänzende Dokumentation bzgl. der DV-Aspekte der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite.

Die ergänzenden Dokumente, welche aktuell von der DMEWG zur Verfügung gestellt werden, sind:

Tabelle 6: Ergänzende Spezifikationen der ASD/AIA SX000i-Reihe

Dokument	Name und Beschreibung	Status
SX001G	Glossary for the S-Series of ILS specifications Enthält in der aktuellen Ausgabe die Definition der im CDM enthaltenen Datenelemente und einige ILS-Begriffsdefinitionen. Das Glossary wird schrittweise erweitert zum übergreifenden Begriffslexikon, welches sich über alle Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite erstreckt.	veröffentlicht (Issue 1.1)
SX002D	Common data model for the S-Series ILS specifications Enthält das UML-Modell aller Datenelemente der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite, welche in mehr als einer Spezifikation verwendet werden. Damit stellt das CDM die DV-technische Verknüpfung der Spezifikationen dar und ist die Grundlage zur Definition des Datentransfers zwischen 2 Spezifikationen.	veröffentlicht (Issue 1.1)
SX003X	Interoperability matrix for the S-Series ILS specifications Enthält Informationen bzgl. der Kompatibilität von verschiedenen Versionen der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite.	Nicht veröffentlicht bzw. bisher DMEWG intern
SX004G	Unified Modeling Language (UML) model readers guidance Enthält Hinweise für DV-Experten/DV-Expertinnen zum leichteren Verständnis der UML-Modelle der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite.	veröffentlicht (Issue 1.0)
SX005G	S-Series ILS specifications XML schema implementation guidance Enthält Hinweise für DV-Experten/DV-Expertinnen zum leichteren Verständnis der Nutzung von XML als Datentransferformat innerhalb der verschiedenen Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite.	Nicht veröffentlicht bzw. bisher DMEWG intern

Alle von der DMEWG bereits veröffentlichten ergänzenden Dokumente zu den Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite können von folgender Internetseite kostenlos heruntergeladen werden: www.SX000i.org

Anmerkung:

Die Harmonisierung aller Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite mit den ergänzenden Dokumenten der DMEWG erfordert eine permanente Pflege der Inhalte. Ziel ist, schrittweise die Dokumente SX001G und SX002D als „Master“ für alle anderen Spezifikation zu nutzen, um z.B.:

- *eine einheitliche Verwendung von Begrifflichkeiten sicherzustellen und deren Definitionen zu harmonisieren (z.B. eine klare Definition, was unter dem Begriff „preventive maintenance“ zu verstehen ist)*
- *eine einheitliche Definition von Datenelementen bzgl. Bezeichnungen, Formate, Verwendung in den Klassen und Kardinalität sicherzustellen*
- *Harmonisierung der Namensgebung für UoF oder Klassen zwischen dem CDM und den Datenmodellen der einzelnen Spezifikationen*

Mit jeder Neufassung von einer der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite wird eine Anpassung an die DMEWG Basisdokumente SX001G und SX002D vorgenommen, sodass eine kontinuierliche Optimierung der Übereinstimmung von Begriffen und gemeinsam verwendeten Datenelementen erfolgt. Auch die Dokumente SX001G und SX002D müssen permanent ergänzt und verbessert werden, die derzeitigen Versionen dieser Dokumente werden permanent weiter überarbeitet und ergänzt.

Für die Bundeswehr ergibt sich daraus die Notwendigkeit der permanenten Beobachtung der Aktivitäten innerhalb der Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite als auch innerhalb der DMEWG, um Änderungen schnell zu erfassen und deren potentielle Auswirkungen für die Datenerhaltung in DV-Systemen der Bundeswehr rechtzeitig zu erkennen.

5.6. Ergänzende Dokumente, die X-Spezifikationen

Für den Industrie-internen Datenaustausch zwischen den ILS-Disziplinen/Analysedisziplinen sind von Seiten der Steering Committees der einzelnen Spezifikationen Datenaustauschspezifikationen vorgesehen. Der Inhalt dieser sog. X-Spezifikationen definiert den Datenbedarf einer Spezifikation von den jeweils anderen Spezifikationen der ASD/AIA ILS-Specification Suite plus den Datenbedarf aus anderen Bereichen, die nicht über eine Spezifikation der ASD/AIA ILS-Specification Suite abgedeckt sind (z.B. RM&T oder Engineering). Bisher wurden folgende Spezifikationen als erforderlich identifiziert:

Tabelle 7: Liste der X-Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite

Dokument	Name und Beschreibung	Status³
S1000X	Input data specification for S1000D Definition des Datenbedarfs der S1000D von anderen Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite und von anderen externen Quellen.	In Bearbeitung
S2000X	Input data specification for S2000M Definition des Datenbedarfs der S2000M von anderen Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite und von anderen externen Quellen.	In Bearbeitung
S3000X	Input data specification for S3000L Definition des Datenbedarfs der S3000L von anderen Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite und von anderen externen Quellen.	In Bearbeitung
S4000X	Input data specification for S4000P Definition des Datenbedarfs der S4000P von anderen Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite und von anderen externen Quellen.	In Bearbeitung
S5000X	Voraussichtlich wird die S5000F lediglich als Datenlieferant fungieren, jedoch keine Daten von anderen Spezifikationen empfangen	Offen, ob erforderlich
S6000X	Input data specification for S6000T Definition des Datenbedarfs der S6000T von anderen Spezifikationen der ASD/AIA ILS Specification Suite und von anderen externen Quellen.	Geplant

³ Stand der Entwicklung aller Vorgaben zum Datenaustausch in der DMEWG (Common Data Model SX002D und XML-Schemata) und in den Steering Committees der Spezifikationen (S1000X, S2000X, S3000X, S4000X) von Juni 2017

6. LSA-Beispiel

6.1. Einführung in das S3000LBike

Zur Veranschaulichung der wichtigsten technisch/logistischen Analyseabläufe und der Dokumentation der damit verbundenen LSA-Daten in einer logistischen Datenbank wurde im ASD/AIA S3000L Steering Committee eine Arbeitsgruppe etabliert, die ein Beispiel auf der Basis eines Mountainbikes erarbeitet hat. Dieses Beispiel wird kontinuierlich erweitert und verbessert und als Grundlage für Präsentationen auf Konferenzen/Symposien und für Schulungszwecke genutzt.

Die Basis für das S3000LBike bildet ein Produktaufbruch eines Mountainbikes und die Konzentration der Analyseergebnisse auf ein paar wenige typische LSA-Kandidaten, an denen die verschiedenen technischen Analyseschritte aufgezeigt werden und für die exemplarisch Teile eines Instandhaltungskonzepts für ausgewählte vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen als auch für Instandsetzungstätigkeiten in Form von LSA-Daten entwickelt wurden.

Für das Beispiel im S3000L-Leitfaden für die Bundeswehr wurde dieses S3000LBike als Grundlage genutzt und entsprechend erweitert und angepasst, um den Anforderungen des Leitfadens gerecht zu werden. Das Mountainbike wird im Folgenden als **S3000LBikeBw** bezeichnet. Im Beispiel ist eine Designänderung nach einem Unfall mit dem Mountainbike mit berücksichtigt. Die Notwendigkeit der Designänderung wird in [14] analysiert und das Ergebnis findet sich im LSA-Datensatz in Form eines geänderten Designs und in Form von geänderten Maßnahmen wieder.



Abbildung 21: S3000LBikeBw

Alle Beschreibungen und technischen Details sind als Beispiel zu betrachten. Das Fahrrad und seine Komponenten inkl. Aufbruch, Teile, Teilekennzeichen, Bezeichnungen, technische Daten und die beschreibenden Texte im Rahmen der Analysedokumentation sind fiktiv. Das Beispiel dient lediglich zur Veranschaulichung der Möglichkeiten der ASD S3000L im Rahmen eines LSA-Prozesses.

Eine tabellarische Aufstellung aller Daten mit entsprechenden Informationen bzgl. der benutzen S3000L-Datenelemente findet sich in der eingebundenen Datei **S3000LBikeBw.xlsx** (*siehe Anlagen zu dieser Arbeitsversion*):



Die eingebundene Excel-Datei enthält 17 Tabellenblätter mit den Beispieldaten:

Tabelle 8: Die Tabellenblätter der S3000LBikeBw-Beispieldaten

Name des Tabellenblatts	Inhalt
Projekt S3000LBikeBw	Projektdefinition
Nutzungsszenario (1)	Nutzungsszenario, Definition der Instandhaltungsstufen
Nutzungsszenario (2)	Nutzungsszenario, Definition der Standorte bzw. der Standorttypen, Zuordnung der Instandhaltungsstufen zu den Standorten bzw. Standorttypen
Produktaufbruch nach BEI (I)	Produktaufbruch nach BEI inkl. der zugehörigen Teilverbauung (Realization) Situation <u>vor</u> der Modifikation (begründet durch initiale Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Produktaufbruch nach BEI (II)	Produktaufbruch nach BEI inkl. der zugehörigen Teilverbauung (Realization) Situation <u>nach</u> der Modifikation (begründet durch neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Aufbruch Baumstruktur (I+II)	Aufbruchsstruktur auf der Basis der Aufbruchselemente (die Struktur ist vor und nach der Modifikation gleich, geändert hat sich nur die zugehörige Teilverbauung (Realization)). Situation <u>vor und nach</u> der Modifikation (begründet durch initiale/neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Gesamt-Teileliste (I+II)	Liste aller relevanten „Teile“ (Hardware, Software, Verbrauchsmaterial und Werkzeuge) Situation <u>vor und nach</u> der Modifikation (begründet durch initiale/neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Auszug Stücklisten (I)	Auszug aus der hierarchischen Teileliste (Verbauung von Einzelteilen in einem Gerät oder in einer Komponente, unabhängig vom Einbauort am Mountainbike selbst) Situation <u>vor</u> der Modifikation (begründet durch initiale Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Auszug Stücklisten (II)	Auszug aus der hierarchischen Teileliste (Verbauung von Einzelteilen in einem Gerät oder in einer Komponente, unabhängig vom Einbauort am Mountainbike selbst) Situation <u>nach</u> der Modifikation (begründet durch neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Kandidatenauswahl BE (I)	Kandidatenauswahl und Dokumentation KPIs am ausgewählten Aufbruchselement
Kandidatenauswahl Teile (I)	Kandidatenauswahl und Dokumentation von KPIs am ausgewählten Teil
OEM FMEA (MIL-STD 1629)	Beispiel einer FMEA, wie sie von einem Gerätehersteller geliefert werden könnte
LSA FMEA	Umsetzung der FMEA des Geräteherstellers in eine LSA FMEA

Name des Tabellenblatts	Inhalt
Damage & Special Event Analysis	Zusammenstellung von relevanten Sonderereignissen und von potentiellen Beschädigungen, die bestimmte Komponenten des Mountainbikes betreffen können.
Master Task List (MTL)	MTL als Datenaustausch-Tabelle S4000P mit S3000L
Task Requirements	Gesamtübersicht der Task Requirements aus der LSA FMEA, aus den PMTR, aus den potentiellen Beschädigungen und aus den Sonderereignissen. Situation <u>vor und nach</u> der Modifikation (begründet durch initiale/neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Maintenance Task Analysis (1)	Auszüge aus einer Maintenance Task Analyse für das gesamte Mountainbike, Anteile: <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen-Versionierung • Zuordnung zum Task Requirement • Subtask-Definition • Warnings, Cautions and Notes • Durchführungsbeschreibung • Personal inkl. Belegungszeiten • Zeiten Situation <u>vor und nach</u> der Modifikation (begründet durch initiale/neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)
Maintenance Task Analysis (2)	Auszüge aus einer Maintenance Task Analyse für das gesamte Mountainbike, Anteile: <ul style="list-style-type: none"> • Ersatzteil- bzw. Verbrauchsmaterialbedarf • Werkzeuge • Verknüpfung mit dem DMC der technischen Dokumentation nach S1000D • Einstufung der Information • PMTR-Details (Intervall) Situation <u>vor und nach</u> der Modifikation (begründet durch initiale/neue Analyseergebnisse basierend auf S4000P)

Zu Beginn eines jeden erläuternden Kapitels werden die Tabellenblätter aus der eingebundenen Excel-Datei gelistet, die für den jeweiligen Informationsblock relevant sind.

6.2. Erläuterungen zu den Beispieldaten zum S3000LBikeBw

6.2.1. LSA-Beispieldaten zur Projektdefinition

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Projekt S3000LBikeBw	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF Product and Project
--------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------

In den Beispieldaten zur Projektdefinition wird angenommen, dass für das Gebirgsjägerbataillon 233 in Mittenwald ein Satz Mountainbikes des Typs S3000LBikeBw beschafft wird. Das ausgewählte Produkt und die in Frage kommende Produktvariante (inkl. der Anzahl der zu beschaffenden Mountainbikes) sind dokumentiert. Die Definition des Projekts mit den beteiligten Parteien (Auftraggeber, Auftragnehmer und späterer Nutzer) und die Identifikation des zugrunde liegenden Vertrags (über die entsprechende Vertragsnummer) sind dokumentiert.

Im Beispiel gibt es nur einen Kunden und einen Auftragnehmer. Das Vertragsgebilde ist einfach gehalten, d.h. es gibt nur einen Vertrag. Der Nutzer und der Auftraggeber werden im Beispiel unter-

schieden. Diese Form der Projektgestaltung ist häufig in internationalen Projekten anzutreffen (Auftraggeber = Agentur, Nutzer = die betroffenen Verbände der entsprechenden Teilstreitkräfte).

6.2.2. LSA-Beispieldaten zum Nutzungsszenario

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Nutzungsszenario (1) Nutzungsszenario (2)	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF Product Usage Context
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------

Das Nutzungsszenario kann im Datenmodell der S3000L detailliert dokumentiert werden. Standorte, Klassifizierungen von Standorten, Instandhaltungseinrichtungen an bestimmten Standorten und die Definition der Instandhaltungsstufen definieren den „organisatorischen“ Rahmen. Informationen über Art und Anzahl der betriebenen Produkte pro Standort/Standortklasse und über die Nutzungsbedingungen und die Instandhaltungsfähigkeiten an den einzelnen Standorten/Standortklassen verfeinern das Nutzungsszenario je nach Bedarf.

In den Beispieldaten werden als Erstes die Instandhaltungsstufen definiert, die für das Beschaffungsprojekt relevant sind. Es wird von vier möglichen Instandhaltungsstufen ausgegangen. Zusätzlich wird ein konkreter Standort im Nutzungsszenario näher beschrieben und mit einer Instandhaltungsstufe verknüpft.

Am Standort Gebirgsjägerbataillon 233 in Mittenwald werden die Nutzungsanforderungen beschrieben und es wird die Anzahl der zu betreibenden Mountainbikes festgelegt (in diesem Fall alle 20, es wäre im Projekt aber auch eine Aufteilung der zu beschaffenden Gesamtanzahl auf mehrere Standorte möglich)

6.2.3. LSA-Beispieldaten zum Produktaufbruch

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Produktaufbruch nach BEI (I) Produktaufbruch nach BEI (II) Aufbruch Baumstruktur (I+II) Gesamt-Teileliste (I+II) Auszug Stücklisten (I) Auszug Stücklisten (II)	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF Breakdown Structure UoF Part Definition UoF Breakdown Element Realization UoF Breakdown Aggregated Element UoF Product Design Configuration UoF Organization Assignment
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2.3.1. System/Subsystem-Matrix

Ein Produktaufbruch zum Zweck der Dokumentation von technisch/logistischen Analyseergebnissen folgt i.d.R. der Methode eines Hybridenaufbruchs (siehe auch S3000L, Kapitel 4.3.1.2). Im S3000LBikeBw wird diese Methodik angewendet. Zunächst wird das Produkt in seine übergeordneten, funktionalen Systeme/Subsysteme aufgebrochen. Diese Struktur wird auch häufig als System/Subsystem-Matrix bezeichnet. In Abbildung 22 wird die System/Subsystem-Matrix des S3000LBikeBw dargestellt. In den dunkelgrünen Feldern über der Bezeichnung des Aufbruchselements findet sich der entsprechende Kenner, welcher Breakdown Element Identifier (BEI) genannt wird. Im Falle des S3000LBikeBw kann die logische hierarchische Zusammengehörigkeit von Aufbruchselementen bereits an der Syntax des BEI abgelesen werden.

Dazu wird jeweils der BEI der übergeordneten Hierarchieebene im BEI der untergeordneten Hierarchieebene wiederholt (Bezug wird durch die Syntax des BEI bereits untermauert):

Beispiel 1: **DA2** ⇒ **DA2-10** (DA2 ist das übergeordnete Aufbruchselement zu DA2-10)

Das Mountainbike als Gesamtprodukt steht dabei als oberster Aufbruchsknoten an der Spitze der Hierarchie. Ein solcher Startpunkt eines Produktaufbruchs wird häufig als „ROOT“ (englisch für „Wurzel“) bezeichnet. Die Verbindung des BEI zur nächst tieferen Hierarchieebene ist hier nicht aus

der Syntax ersichtlich. D.h. die Verknüpfung erfolgt über eine in einer entsprechenden LSA-Datenbank realisierten Parent/Child-Beziehung der beiden Elemente zueinander:

Beispiel 2: **D00** ⇨ **DA2** (D00 ist das übergeordnete Aufbruchselement zu DA2)

Anmerkung:

In der Umsetzung des S3000L-Datenmodells in eine relationale Datenbankstruktur werden die Parent/Child-Beziehungen der BEI untereinander *immer* über konkrete Relationen in der Datenbank hergestellt (Relationstabellen). Eine definierte Syntax des BEI, die ebenso eine Identifikation der Parent/Child-Beziehung erlauben würde (siehe oben, Beispiel 1), wird dabei ignoriert. Eine Syntax kann in einer DV-Anwendung trotzdem genutzt werden, um z.B. eine fehlerfreie Eingabe über die Definition von Eingabeformaten zu gewährleisten.

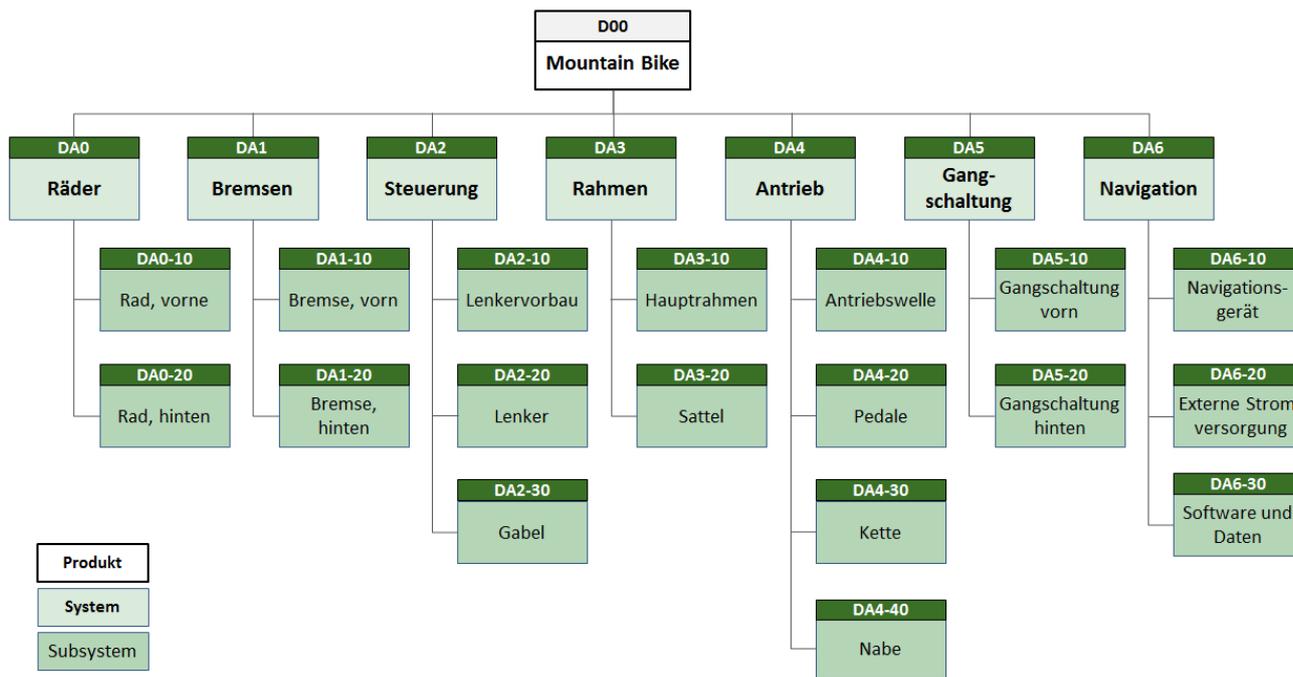


Abbildung 22: System/Subsystem-Matrix des S3000LBikeBw

Im weiteren Aufbruch werden den Systemen und Subsystemen die Komponenten hierarchisch zugeordnet, welche in den Systemen/Subsystemen verbaut werden. Dabei kann es sich um ganze Baugruppen, Komponenten, Geräte oder auch um Software handeln. Je nach „Mächtigkeit“ eines funktionalen Systems kann dabei die Aufbruchsebene, in der das erste Mal Hardware- oder Softwarekomponenten auftreten, variieren.

6.2.3.2. Aufbruchselemente und zugehörige Komponenten (Realization)

Ein Aufbruchselement für konkrete Komponenten (Hardware oder Software) repräsentiert im Prinzip einen Platzhalter für einen Einbauort. Die Information, welches konkrete „Teil“ an diesem Ort verbaut werden kann, erfolgt im nächsten Schritt. An einem Einbauort (repräsentiert durch ein Aufbruchselement und seinen BEI) wird eine konkrete Hardware/Software (repräsentiert durch ihr Teilekennzeichen/Part Identifier) „verbaut“. In der S3000L wird dies als „**Realization**“ bezeichnet.

Nicht alle Aufbruchselemente, welche eine Baugruppe, Komponente, ein Gerät oder auch Software repräsentieren, erhalten auch zwangsläufig eine Zuordnung zu einem konkreten Teil. So erhalten z.B. größere Baugruppen, welche als Ganzes nicht beschafft werden können und nur aufgrund einer besseren Aufbruchslogik eingeführt werden, keine Realisation. Auch Systeme und Subsysteme bekommen i.d.R. kein konkretes „Teil“ zugewiesen.

Als Beispiel zur Erläuterung der Realisation soll das System **Bremsen** des S3000LBikeBw dienen (Abbildung 23). Hier erkennt man die zuvor beschriebene Logik der Realisation:

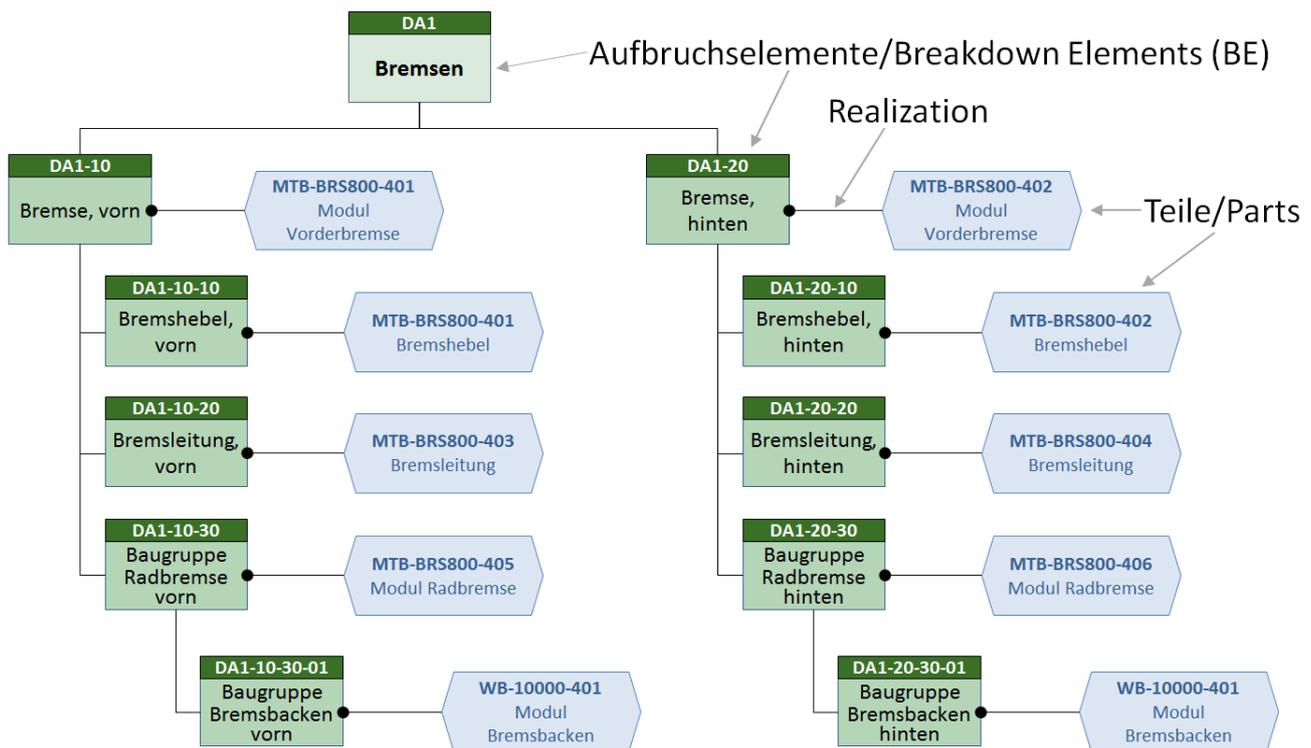


Abbildung 23: Verknüpfung von Aufbruchselementen mit konkreten Teilen (Realization)

- Das System **Bremsen** erhält keine Zuordnung zu einem konkreten Teil (⇒ logischer Aufbruchsknoten bzw. funktionales System)
- Die gesamte **Bremse vorn**¹⁾ erhält eine Realisation, d.h. die gesamte Vorderbremse mit allen zugehörigen Komponenten (Bremshebel, Bremsleitung, Radbremse, Bremsbacken, ...) könnte bei Bedarf als Ersatzteil beschafft werden.
- Der **Bremshebel vorn** erhält eine Realisation, d.h. der gesamte Bremshebel mit allen zugehörigen Komponenten (z.B. Kleinteile) könnte bei Bedarf als Ersatzteil beschafft werden
- Die **Bremsleitung vorn** erhält eine Realisation, d.h. die gesamte Bremsleitung mit allen zugehörigen Komponenten (z.B. Kleinteile) könnte bei Bedarf als Ersatzteil beschafft werden.
- Die **Baugruppe Radbremse vorn** erhält eine Realisation, d.h. die gesamte Baugruppe Radbremse mit allen zugehörigen Komponenten (z.B. Kleinteile) könnte bei Bedarf als Ersatzteil beschafft werden.
- Die **Baugruppe Bremsbacken vorn** erhält eine Realisation, d.h. die gesamte Baugruppe Bremsbacken mit allen zugehörigen Komponenten (z.B. Kleinteile) könnte bei Bedarf als Ersatzteil beschafft werden.

¹⁾ Analog gilt die Logik für die hintere Bremse

Die Vergabe eines BEI für Hardware/Software erfolgt in der Regel für Komponenten, welche direkt vom Produkt „abgebaut“ werden können. Ist es erforderlich, nach Abbau eines Geräts/einer Baugruppe noch weiter zu zerlegen (z.B. zum Zweck einer Reparatur), werden die tiefer liegenden Teile i.d.R. über einen weiteren Aufbruch der betrachteten Komponente (Teil) erfasst.

Grundregeln zum Produktaufbruch:

- Wird die Information Einbauort zur Beschreibung irgendeiner Tätigkeit benötigt (z.B. für den Einbau/Ausbau am Produkt oder für einen Test direkt an der Komponente in eingebautem Zustand), so wird für die entsprechende Komponente ein BEI vergeben und die zu beschreibenden Tätigkeiten mit diesem BEI verknüpft. Dazu wird der entsprechende BEI ein LSA-Kandidat.
- Wird die Information Einbauort zur Beschreibung irgendeiner Tätigkeit nicht benötigt (z.B. Zerlegen eines Geräts/Reparatur eines Geräts nach erfolgtem Ausbau), so ist für diese Tätigkeiten kein BEI erforderlich und die zu beschreibende Tätigkeit wird mit dem entsprechenden Teil verknüpft. Dazu wird das entsprechende Teil ein LSA-Kandidat (weitere Informationen siehe Kapitel 6.2.4).

Anmerkung:

Speziell die Tätigkeiten des Zerlegens von Geräten oder der Reparatur von Geräten in einer entsprechenden Werkstatt im ausgebauten Zustand sind typische Tätigkeiten, welche nicht mit einem BEI verknüpft werden. In vielen Produkten sind Baugruppen/Geräte mehrfach verbaut. Zum Zerlegen bzw. zur Instandsetzung des Geräts in einer Werkstatt ist der Einbauort im Produkt nicht relevant. Hier ist entscheidend, welches konkrete Teil auf der Werkbank liegt. So ist z.B. eine Instandsetzungstätigkeit an einer Hydraulikpumpe, welche 20x in einem Produkt verbaut ist, immer gleich, sobald die Pumpe ausgebaut ist und sich in der Werkstatt befindet.

6.2.3.3. Teileaufbruch und Stücklisten

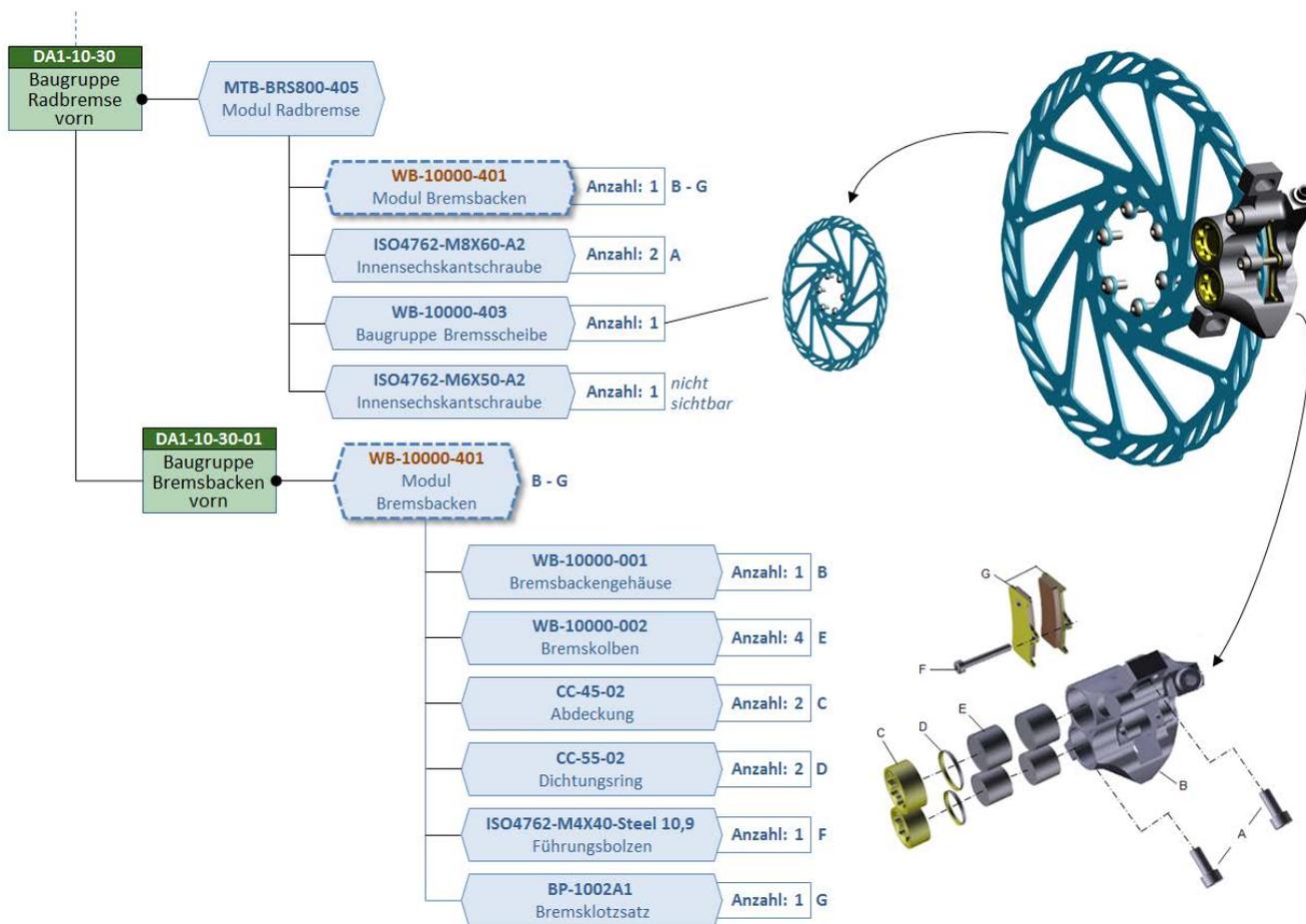


Abbildung 24: Aufbruch von Teilen (Stücklisten)

In Abbildung 24 ist das **Modul Radbremse** als auch das **Modul Bremsbacken** weiter in seine Komponenten aufgebrochen. Aus dem Aufbruch ergeben sich Stücklisten (BoM = Bill of Material)

für die beiden betrachteten Komponenten. Im Aufbruch ist das **Modul Bremsbacken** sowohl Bestandteil der gesamten **Moduls Radbremse** als auch für sich selbst betrachtet ein eigenständiges Teil mit einer eigenen Stückliste.

Anmerkung:

Auch die Baugruppe Bremsscheibe könnte noch weiter aufgebrochen werden in die Scheibe selbst und die dazugehörigen sechs Befestigungsschrauben, siehe auch S3000LBikeBw.xls, Auszug Stücklisten (I) bzw (II).

6.2.3.4. Zusammenfassung Produktaufbruch

Bei der Erstellung eines logistischen Produktaufbruchs sind immer folgende Aspekte zu beachten:

- Trennung der funktionalen (Systeme/Subsysteme) und der physikalischen Aufbruchsebenen (Hardware/Software) eines Produkts
- Definition eines Verbauungsortes im Produkt mit Hilfe eines entsprechenden Kenners ⇒ Break-down Element Identifier (BEI). Verbauungsorte sind immer dann erforderlich, wenn Informationen dokumentiert werden sollen, die direkt vom Verbauungsort abhängen (einfachstes Beispiel: Einbau in das Gesamtprodukt oder Ausbau aus dem Gesamtprodukt).
- Verknüpfung der Verbauungsorte mit entsprechenden konkreten Hardware- oder Software-Komponenten ⇒ Realisation
- Tieferer Aufbruch von Baugruppen oder Geräten (in ausgebautem Zustand!) erfolgt abhängig von der geforderten Instandhaltungstiefe mittels geeigneter Stücklisten

Die Notwendigkeit der Verwendung von Aufbruchselementen oder Stücklisten ist nicht immer offensichtlich und eindeutig zu bestimmen. In vielen Fällen können beide Methoden angewendet werden. Es ist sicherzustellen, dass die Analysten in einem Projekt eine einheitliche Methodik konsequent einhalten. Zu diesem Zweck sind in einer LSA Guidance Conference klare Regeln für den Aufbau des Produktaufbruchs festzulegen.

6.2.4. LSA-Beispieldaten zur LSA-Kandidatenauswahl

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Kandidatenauswahl BE (I) Kandidatenauswahl Teile (I)	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF LSA Candidate
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Aus dem Produktaufbruch (Aufbruchselemente und Teileliste) werden nach einer festgelegten Fragelogik die sog. LSA-Kandidaten ermittelt. Dazu wird jede Komponente aus dem Produktaufbruch dieser Fragelogik unterzogen. Das Ergebnis ist eine Liste an LSA-Kandidaten, welche aus ausgesuchten Aufbruchselementen und Teilen besteht.

Für das Beispiel wurden alle aufgeführten Aufbruchselemente und Teile der Fragelogik unterzogen und damit entschieden und dokumentiert, um welchen Kandidatentyp es sich bei der betrachteten Komponente handelt.

Die Fragen wurden aus den Logiken und Auswahlregeln der S3000L (siehe auch PLK, Anlage 6, Kapitel 4.4) abgeleitet:

Fragelogik für reguläre Kandidaten (Full LSA Candidates)	
Ist die untersuchte Komponente eine Neuentwicklung oder signifikant modifiziert?	ja/nein?
Ist die untersuchte Komponente eine Line Replaceable Unit (LRU)?	ja/nein?
Verfügt die untersuchte Komponente über eine geringe Zuverlässigkeit?	ja/nein?
Ist die untersuchte Komponente instandsetzbar?	ja/nein?
Ist die untersuchte Komponente relevant für sonstige Instandhaltung?	ja/nein?
Sind aufwendige/komplexe Instandhaltungstätigkeiten zu erwarten?	ja/nein?
Ist für Instandhaltungstätigkeiten an der untersuchten Komponente voraussichtlich Sonderwerkzeug erforderlich?	ja/nein?
Ist für die untersuchte Komponente vorbeugende Instandhaltung zu erwarten?	ja/nein?

Fragelogik für partielle Kandidaten (Partial LSA Candidates)	
Muss die untersuchte Komponente ausgebaut werden, um Zugang zu anderen Komponenten zu ermöglichen?	ja/nein?
Muss die untersuchte Komponente (aus verschiedenen Gründen) häufig ausgebaut werden?	ja/nein?
Ist die untersuchte Komponente ein System oder Subsystem, relevant für Tests, Fehlersuche oder andere Tätigkeiten?	ja/nein?
Ist die untersuchte Komponente ein zusätzliches Aufbruchselement zur Dokumentation von PHST-Tätigkeiten?	ja/nein?

Fragelogik für Analyse-Kandidaten aus dem Bereich Struktur (Structure LSA Candidates)	
Ist das Strukturbauteil ausfallsicher über die gesamte Lebensdauer (safe-life)?	ja/nein?
Erfordert das Strukturbauteil voraussichtlich vorbeugende Instandhaltungstätigkeiten wie regelmäßige Inspektionen bzw. Wartungstätigkeiten?	ja/nein?
Kann das Strukturteil getauscht werden oder muss es zum Zweck des Zugang Schaffens regelmäßig ausgebaut werden?	ja/nein?
Ist das Strukturbauteil in eingebautem Zustand instandsetzbar?	ja/nein?
Ist das Strukturteil mittels Standard-Reparaturverfahren instandsetzbar?	ja/nein?

Fragelogik für Familien-Kandidaten (LSA Candidate Family)	
Sind ähnliche Komponenten mehrfach im Produkt verbaut?	ja/nein?
Können alle gleichen oder ähnlichen Komponenten zu einer Instandhaltungs-Familie zusammengefasst werden?	ja/nein?

Anmerkung:

In der S3000L findet sich im Kapitel 3.5 eine umfangreiche Anleitung zur Bestimmung von LSA-Kandidaten. Diese Anleitung enthält ergänzende Informationen zu den Basis-Auswahllogiken, welche als Flussdiagramme im Kapitel 3.10.3 dokumentiert sind. Diese ergänzenden Informationen können zusätzliche LSA-Kandidaten begründen, welche durch die Basis-Fragelogiken u.U. nicht identifiziert werden.

Ein LSA-Kandidat ist im Prinzip der Startpunkt jeglicher weiterer Analysetätigkeit. Direkt am LSA-Kandidat werden die sog. KPIs dokumentiert. Im Beispiel sind dies der vorgesehene Nutzungszeitraum und die MTBF bzw. eine Fehlerrate pro 100 Betriebsstunden, inkl. eines Korrekturfaktors, falls erforderlich. Hier wurde angenommen, dass die beiden Komponenten Lenkervorbau und das Navigationsgerät fehleranfälliger sind, wenn sie statt in einem „normalen“ Fahrrad mit entsprechender Nutzung in einem Mountainbike verbaut werden.

Als weitere Information ist ein generelles Instandhaltungskonzept hinterlegt, welches festlegt, auf welcher Instandhaltungsstufe prinzipiell welche Tätigkeiten durchgeführt werden können.

6.2.5. LSA-Beispieldaten zur LSA FMEA

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: OEM FMEA (MIL-STD 1629) LSA FMEA	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF LSA FMEA
------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------

Entscheidend für die korrekte Ermittlung der nötigen Instandsetzungsmaßnahmen ist die richtige Interpretation einer technischen FMEA, welche i.d.R. vom Hersteller des betrachteten Geräts erstellt wird. Im Beispiel wird dazu eine stark vereinfachte Geräte-FMEA eines Herstellers (z.B. durchgeführt nach US-MIL-STD 1629) gezeigt und deren weitere Umsetzung in eine LSA-FMEA dokumentiert. Dabei soll das Prinzip der Fehlergruppierung aus der S3000L aufgezeigt werden (siehe auch Kapitel 3.3.2.2 oder das entsprechende Kapitel 7.2.2.4 in der S3000L selbst). Alle Fehler, die zur gleichen Instandsetzungsmaßnahme führen und die auf die gleiche Weise erkannt und lokalisiert werden können, werden zu einem gemeinsamen Fehlermode zusammengefasst.

Im anschließenden Auszug aus der Beispieldatei sieht man das Ergebnis der technischen FMEA des Navigationsgeräts. Diese technische FMEA enthält fünf Fehlermodi mit entsprechenden Daten/Informationen:

Tabelle 9: Auszug aus der technischen FMEA des Navigationsgeräts

Failure Mode	Cause	Local effect	Next higher effect	End effect	Failure Detection	QTY/NHA	FMR [%]	Failure Rate
Navigationsinformationen können nicht angezeigt werden	Ausfall des Bildschirms	Verlust der Displayanzeige	Ausfall Navigationsgerät	Verlust der Funktion Navigation	Sichtprüfung (Displayanzeige)	1	22,87	7,00E-05
GPS-Signale können nicht verarbeitet werden	Ausfall der Hauptplatine	Verlust der Displayanzeige	Ausfall Navigationsgerät	Verlust der Funktion Navigation	Sichtprüfung (Displayanzeige)	1	10,13	3,10E-05
GPS-Signale können nicht empfangen werden	Ausfall des GPS-Empfängers	Fehlende Anzeige am Display	Ausfall Navigationsgerät	Verlust der Funktion Navigation	Sichtprüfung (Displayanzeige)	1	1,47	4,50E-06
Ausfall der Stromversorgung	Batteriefehler	Stromversorgung unterbrochen	Ausfall Navigationsgerät	Verlust der Funktion Navigation	Sichtprüfung (Kontrolldiode)	1	65,35	2,00E-04
NAV-Software funktioniert nicht	Software beschädigt	Fehlermeldung beim Starten	Ausfall Navigationsgerät	Verlust der Funktion Navigation	Fehlermeldung	1	0,18	5,60E-07

Im anschließenden Auszug aus der Beispieldatei sieht man, dass die Anzahl der Fehlermodi in der LSA FMEA auf drei reduziert wurde. Dazu wurden die ersten 3 Fehlermodi aus der technischen FMEA zu einem LSA Fehlermode **FM0101** zusammengefasst.

Tabelle 10: Auszug aus der LSA FMEA des Navigationsgeräts

Teilekennzeichen	Teilebezeichnung	LSA Fehlermode	Fehlerbeschreibung	Fehlerrate	FMR [%]
TT-455-AB1	Navigationsgerät	FM0101	Ausfall des Navigationsgeräts (Fehler im Display, Fehler im Mainboard oder Fehler im GPS-Empfänger)	1,0550E-04	34,47
		FM0102	Ausfall des Navigationsgeräts aufgrund fehlerhafter Batterie	2,0000E-04	65,35
		FM0103	Ausfall des Navigationsgeräts aufgrund eines Fehlers in der Navigationssoftware	5,6000E-07	0,18

Bei der Berechnung von MTBF-Werten und Fehlerraten muss auf folgende Aspekte geachtet werden:

- Eine Fehlerrate bezieht sich i.d.R. auf eine Betriebsstunde. Bei sehr zuverlässigen Komponenten können daher die Werte der Fehlerraten sehr klein werden (führt häufig zu einer Darstellung in Exponentialschreibweise). Weitere übliche Darstellungen sind Fehlerraten, die sich auf eine höhere Anzahl von Betriebsstunden beziehen (z.B. Fehlerraten pro 1.000 oder pro 1.000.000 Betriebsstunden), um einen besser interpretierbaren Wert der Fehlerraten zu erhalten (wird z.B. bei größeren Flotten von Produkten angewendet).
- Fehlerraten können auch auf andere Maßeinheiten bezogen sein (z.B. Kilometer Fahrleistung oder Anzahl Nutzungszyklen)
- MTBF-Werte werden durch Kehrwertbildung der Fehlerraten ermittelt. Addition der Häufigkeit mehrerer Fehler erfolgt immer auf der Basis von Fehlerraten (niemals MTBF-Werte addieren !)
- Soll als Bezugsgröße ein kalendarischer Wert herangezogen werden, z.B. ein Jahr, so muss für die Berechnung der Ausfallraten die wirkliche jährliche Nutzung berücksichtigt werden.

Beispiel:

Nutzung des Mountainbikes = 200 Stunden/Jahr, angenommene Gesamtfehlerrate = 0,0036 Fehler pro Betriebsstunde. Damit ergibt sich die jährlich zu erwartende Fehlerrate zu $200 \times 0,0036 = 0,72$ Fehler pro Jahr.

- Die Summe der Failure Mode Ratios (FMR) muss immer 100% (oder 1, je nach Schreibweise) ergeben.

In Abbildung 25 wird die Zusammenfassung der Hersteller FMEA zu einer LSA FMEA am Beispiel exemplarisch gezeigt. Die zusammengefassten Fehlerraten (bezogen auf eine Betriebsstunde) sind durch verschiedene Grautöne markiert. Die Summe der FMR ergibt immer 100% und die Berechnung der zugehörigen MTBF für das Navigationsgerät erfolgte durch Kehrwertbildung aus der Fehlerrate. Diese MTBF ist auch als KPI beim LSA-Kandidaten dokumentiert.

OEM FMEA-Werte					LSA FMEA-Werte					
Fehlerrate	MB	FMR [%]	MTBF (pro Fehler)	MB	Fehlerrate	MB	FMR [%]	MTBF (pro Fehler)	MB	
7,00E-05	[1/OH]	22,87	14285,71	[OH]	1,0550E-04	[1/OH]	34,47	9478,67	[OH]	
3,10E-05	[1/OH]	10,13	32258,06	[OH]	2,0000E-04	[1/OH]	65,35	5000,00	[OH]	
4,50E-06	[1/OH]	1,47	222222,22	[OH]	5,6000E-07	[1/OH]	0,18	1785714,29	[OH]	
2,00E-04	[1/OH]	65,35	5000,00	[OH]						
5,60E-07	[1/OH]	0,18	1785714,29	[OH]						
Summe:	3,06E-04	[1/OH]	100,00	3267,33	[OH]	3,06E-04	[1/OH]	100,00	3267,33	[OH]

Abbildung 25: Fehlerraten und MTBF-Werte aus technischer FMEA (Hersteller) und LSA-FMEA

6.2.6. LSA-Beispieldaten zur Damage/Special Event Analysis

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Damage & Special Event Analysis	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF Event and Damage
-----------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------

Eine Analyse von möglichen Sonderereignissen und damit einhergehenden Beschädigungen ist exemplarisch für das Vorderrad im Beispiel dokumentiert. Es ist anzumerken, dass im Prinzip die meisten Beschädigungen auf eine Art Sonderereignis zurückzuführen sind. Trotzdem ist das Auftreten von bestimmten Arten von Beschädigungen als Folge des „normalen“ Betriebs bereits früh absehbar. Beispiele wären das Verkratzen von lackierten Oberflächen, Dellen in Karosserien, das Herausreißen von Kabeln aus Steckern oder die Delamination von Verbundwerkstoffen. Für solche Beschädigungen werden im Rahmen des LSA-Prozesses i.d.R. Standardverfahren zur Instandsetzung definiert und später in der technischen Dokumentation beschrieben (z.B. Standardreparaturverfahren für Strukturbauteile).

Im Falle eines „wirklichen“ Sonderereignisses kommt es i.d.R. zuerst zu einer Befundung. Abhängig vom Befundungsergebnis werden dann Instandsetzungsmaßnahmen identifiziert (falls erforderlich) oder lediglich die Möglichkeit der weiteren sicheren Nutzung des Produkts bestätigt. Im Beispiel wäre das schnelle Fahren durch ein heftiges Schlagloch u.U. ein Sonderereignis, für das eine Inspektion der betroffenen Felge des Mountainbikes in Betracht gezogen werden muß.

6.2.7. LSA-Beispieldaten zur Festlegung der Task Requirements

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Task Requirements	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF LSA Candidate Task Requirement
-----------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------

Jedes Task Requirement ist einem LSA-Kandidaten (Aufbruchselement/Teil) zugeordnet. Für alle grau hinterlegten Task Requirements (Spalten I und J im Excel-Tabellenblatt) findet sich in der MTA eine zugehörige Maßnahme.

Zwei der Task Requirements liegen in verschiedenen Versionen vor. Diese Versionierung ist in einer Designänderung nach einem Unfall (siehe Beispiel in [14]) begründet. Sowohl die Überholung des Bremssystems, als auch die Instandsetzung des Bremsbackenmoduls basiert auf modifizierten Task Requirements (sowohl PMTR3 als auch CMTR7 liegen in einer neuen Version vor).

- **PMTR3** betrifft die Überholung des Bremssystems. In der neuen Version 2.0 des PMTR3 müssen die Änderungen beim Austausch der Bremsklötze (neue Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien, neue Arbeitsschritte, neue Sicherheitshinweise) berücksichtigt werden.
- **CMTR7** betrifft die Reparatur des Bremsbackenmoduls durch Austausch der Bremsklötze. In der neuen Version 2.0 des CMTR7 müssen die Änderungen beim Austausch der Bremsklötze (neue Ersatzteile und Verbrauchsmaterialien, neue Arbeitsschritte, neue Sicherheitshinweise) berücksichtigt werden.

6.2.8. LSA-Beispieldaten zur MTA

Relevante Tabellenblätter im Beispieldatensatz: Maintenance Task Analysis (1) Maintenance Task Analysis (2)	Relevante UoF im Beispieldatensatz: UoF Task UoF Task Resources UoF Task Usage (Part 1) UoF Security Classification UoF Document
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2.8.1. Generelle Erläuterungen zu den MTA Tabellenblättern

Die MTA ist im Beispiel in zwei Tabellenblätter aufgeteilt.

Im Tabellenblatt *Maintenance Task Analysis (1)* sind folgende Informationen enthalten:

- Zuordnung der Maßnahme zum LSA-Kandidaten
- Zuordnung der Maßnahme zum Task Requirement
- Kenner, Bezeichnung und Version der Maßnahme
- Paketierungskenner für Instandhaltungspakete aus dem S3000L Paketierungsprozess
- Sicherheitshinweise
- Dauer der Maßnahme
- Unterteilung der Maßnahme in Untermaßnahmen (Subtasks)/Arbeitsschritte und Beschreibung der Durchführung
- Identifikation des erforderlichen Personals auf der Ebene des Arbeitsschritts

Im Tabellenblatt *Maintenance Task Analysis (2)* sind folgende Informationen enthalten:

- Zuordnung der Maßnahme zum LSA-Kandidaten (Wiederholung aus Blatt 1)
- Zuordnung der Maßnahme zum Task Requirement (Wiederholung aus Blatt 1)
- Kenner, Bezeichnung und Version der Maßnahme (Wiederholung aus Blatt 1)
- Einstufung der Information zur Instandhaltungsmaßnahme
- PMTR-Informationen aus der S4000P-Analyse für vorbeugende Instandhaltung (Intervall, Maßeinheit)
- Bedarf an Ersatzteilen, Verbrauchsmaterialien, Werkzeugen und Infrastruktur. Alle Ressourcen in diesem Bereich sind als Zusammenfassung auf der Ebene der Gesamt-Maßnahme dokumentiert. Zur Vereinfachung wurde keine der materiellen Ressourcen auf der Ebene eines Arbeitsschritts dokumentiert
- Verlinkung zur technischen Dokumentation oder zu externen Dokumenten

Beide Datenblätter enthalten zwei Informationsebenen **1** **2**. Damit können, zur besserer Übersichtlichkeit, Zeilen/Spalten aus- und eingeblendet werden. Bei Reduktion auf Informationsebene 1 ist

eine Liste der Tasks zu sehen, diese kann über die -Symbole erweitert werden, um die Details der jeweiligen MTA einzublenden.

6.2.8.2. Spezifische Erläuterungen zu einzelnen Maßnahmen der MTA

D00	1.0	MTB-2000M	Mountain bike	PMTR1 PMTR2	1.0 1.0	T00001	1.0	Funktionsprüfung vor jeder Fahrt
-----	-----	-----------	---------------	------------------------------	--------------------------	---------------	------------	-----------------------------------------

Die Funktionsprüfung vor jeder Fahrt enthält zwei Arbeitsschritte, für die die komplette Kette der Analyse über Task Requirements (in diesem Fall PMTR1 und PMTR2 aus der Analyse nach S4000P) dokumentiert ist. Für alle anderen Arbeitsschritte ist diese Information nicht dokumentiert, da dafür keine Analysegrundlagen nach S4000P im Beispiel ausgearbeitet wurden. Trotzdem sind die Arbeitsschritte selbst im Beispiel enthalten, um aufzuzeigen, dass die Funktionsprüfung vor der Fahrt sich nicht nur auf die Funktionsprüfung der Bremsen reduziert.

DA0-10	1.0	MTB-WH10AV	Vorderrad	DSETR61 CMTR60	1.0 1.0	T00105	1.0	Vorderrad wechseln
--------	-----	------------	-----------	---------------------------------	--------------------------	---------------	------------	---------------------------

Das Wechseln des Vorderrads kann aufgrund von zwei verschiedenen Task Requirements die erforderliche Maßnahme sein. Damit sind sowohl ein Task Requirement aus einer FMEA (Fehlermode) als auch ein Task Requirement aus der Damage/Special Event Analyse (Beschädigung nach Sonderereignis) mit dieser Maßnahme zu verknüpfen.

DA1-10	1.0	MTB-BRS800-801	Bremse vorn	SMTR2	1.0	T00050	1.0	Funktionsprüfung Vorderbremse
--------	-----	----------------	-------------	--------------	------------	---------------	------------	--------------------------------------

Die Funktionsprüfung der Vorderbremse ist als sog. Supporting Task dokumentiert. Diese Art von Maßnahme wird als Baustein innerhalb anderer Maßnahmen genutzt, auf den immer wieder referenziert werden kann (Wiederverwendung von bereits bekannten Informationen!). Im Beispiel wird auf die Funktionsprüfung von den Maßnahmen zur „Instandsetzung des Moduls Bremsbacken durch Austausch der Bremsklötze“ (Version 1 und 2) referenziert. In einer Datenbank wäre eine solche Referenz durch eine Verknüpfungstabelle zwischen den referenzierenden und den referenzierten Maßnahmen zu realisieren.

DA1-10-30-01	1.0	WB-10000-401	Modul Bremsbacken	CMTR7	1.0	T00051	1.0	Instandsetzung des Moduls Bremsbacken durch Austausch der Bremsklötze
DA1-10-30-01	1.0	WB-10000-405	Modul Bremsbacken	CMTR7	2.0	T00051	2.0	Instandsetzung des Moduls Bremsbacken durch Austausch der Bremsklötze

Die Instandsetzung des Moduls Bremsbacken durch Austausch der Bremsklötze ist in zwei Versionen dokumentiert. Die Version 1.0 zeigt die Situation vor der Modifikation des Bremsbackenmoduls. Die Instandsetzung durch den Austausch der abgefahrenen bzw. defekten Bremsklötze enthält alle dafür nötigen Arbeitsschritte, Sicherheitshinweise und Ressourcen zur Durchführung der Maßnahme.

Die Version 2.0 zeigt die Situation nach der Modifikation des Bremsbackenmoduls. Alle Änderungen im Vergleich zur Version 1.0 sind in roter Schrift dargestellt. Die Informationen aus der Analyse des Unfalls (siehe Beispiel in [14]) finden Eingang in das LSA-Beispiel durch:

- Änderungen im Produktaufbruch (Designänderung)
- Änderungen in der Durchführung einer Instandsetzungsmaßnahme des Bremsbackenmoduls
- Zusätzliche Sicherheitshinweise
- Geänderte Ressourcen für die Durchführung der Maßnahme (neue Verbrauchsmaterialien, neue Ersatzteile)

DA1-10	1.0	MTB-BRS800-801	Bremse Vorne	PMTR3 ...	1.0 ...	T00052	1.0	Überholung der Vorderbremse
--------	-----	----------------	--------------	--------------	------------	--------	-----	-----------------------------

Die Überholung der Vorderbremse alle fünf Jahre zeigt eine ähnliche Situation wie die Funktionsprüfung vor jeder Fahrt. Die Notwendigkeit des Austausches des Hydrauliköls nach 5 Jahren wurde durch eine Analyse nach S4000P identifiziert (siehe Beispiel in [14]) und als PMTR3 der LSA übermittelt. Weitere Tätigkeiten bei der 5-Jahres-Überholung können noch ergänzt werden (aus anderen PMTR, für die jedoch keine Beispieldaten erstellt wurden). Dies wird im LSA-Beispiel dadurch zum Ausdruck gebracht, dass weitere fiktive Arbeitsschritte *T00052-01* bis *T00052-08* und *T00052-20* bis *T00052-29* zwar erwähnt, aber nicht im Detail beschrieben sind.

Vorstellbar wäre, dass z.B. bei der 5-Jahres-Überholung auch die Bremsklötze mit gewechselt werden (entweder grundsätzlich oder abhängig vom Zustand der Bremsklötze). In diesem Fall muss die 5-Jahres-Überholung die Änderung des Designs des Bremsbackenmoduls nach der Unfallanalyse im Umfeld S4000P berücksichtigen (siehe Beispiel in [14]). Die Tätigkeit müsste dann analog der Änderung der Maßnahme „Instandsetzung des Moduls Bremsbacken durch Austausch der Bremsklötze“ aktualisiert werden.

6.3. Zusammenfassung LSA-Beispiel

Das Beispiel zum Leitfaden zur Anwendung ASD/AIA S3000L in der Bundeswehr im Rahmen des CPM-Prozesses dient der Darstellung der Kern-LSA. Alle dafür ausgewählten Datenelemente sind im Beispiel in mindestens einem Tabellenblatt vorhanden. Zusätzlich sind weitere optionale Datenelemente mit integriert, um auch die mögliche Verwendung von optionalen Datenelementen an bestimmten Stellen der LSA (z.B. detaillierte Maßnahmenbeschreibung im Datenelement *subtask-Description*) exemplarisch aufzuzeigen.

Anmerkung für DV-Interessierte:

Das Beispiel in den Tabellenblättern zeigt nicht die Strukturierung der Daten in einem relationalen, physikalischen Datenbankmodell auf. In einer Datenbank wären z.B. zur Herstellung der Beziehungen unter den verschiedenen Entitäten (z.B. Task zum LSA Kandidaten) Relationstabellen erforderlich, die über interne Schlüssel datenelemente (Primary Keys) z.B. einen m:n Bezug herstellen. Eine solche Darstellung würde jedoch die Lesbarkeit des Beispiels erheblich erschweren und würde die Nutzung einer entsprechenden Datenbanksoftware erfordern. Des Weiteren ist die Organisation der S3000L-Daten in konkreten Tabellen auf viele verschiedene Arten denkbar. Die Umsetzung des UML-Modells aus der S3000L, Kapitel 19 in ein relationales, physikalisches Datenbankmodell (sprich konkrete Tabellen) ist ein Thema für Entwickler von Softwarepaketen zur Nutzung der S3000L als LSA-Plattform.

Als ein sinnvoller Schritt zur Erweiterung des Beispiels könnte die Befüllung einer XML-Datei auf der Basis des S3000L XML-Schemas mit den Daten des S3000LBikeBw angedacht werden. Eine solche Beispieldatei kann zum Verständnis der S3000L XML-Struktur oder auch zum Test von Applikationen (Import/Export von Daten) genutzt werden.

7. Bezugsdokumente

Tabelle 11: Liste der Bezugsdokumente

Dokument	Name / Inhalt
[1] ZDv A-1500/3, CPM (nov.)	Customer Product Management (nov.) Verfahrensbestimmungen für die Bedarfsermittlung, Bedarfsdeckung und Nutzung in der Bundeswehr
[2] ASD/AIA S3000L, Issue 1.1	International procedure specification for Logistics Support Analysis LSA
[3] ASD S4000P, Issue 1.0	International specification for developing and continuously improving preventive maintenance
[4] ASD/AIA SX000i, Issue 1.0	International Guide for the use of the S-Series Integrated Logistics Support (ILS) Specifications
[5] BAAINBw Q3.I Az 81-02-74	Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.))
[6] BAAINBw Q3.I Az 81-02-74 <i>Anlage 1, Version 1.02</i>	Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.)) Anlage 1: Forderungskatalog Analysephase
[7] BAAINBw Q3.I Az 81-02-74 <i>Anlage 2, Version 1.02</i>	Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.)) Anlage 2: Arbeitshilfe zur Ausplanung des PE Logistik im Lösungsvorschlag in der Analysephase Teil 2
[8] BAAINBw Q3.I Az 81-02-74 <i>Anlage 3, Version 1.01</i>	Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.)) Anlage 3: Arbeitshilfe Projektbezogenes Logistisches Konzept
[9] BAAINBw Q3.I Az 81-02-74 <i>Anlage 5, Version 1.02</i>	Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.)) Anlage 5: Arbeitshilfe für die Ausplanung, Realisierung und Fortschreibung des Projektelements Logistik unter Anwendung von Integrated Logistic Support (ILS) und Logistic Support Analysis (LSA)
[10] BAAINBw Q3.I Az 81-02-74 <i>Anlage 6, Version 1.04</i>	Leitfaden für die Ausplanung und Ausgestaltung des Projektelements Logistik gemäß A-1500/3 (CPM (nov.)) Anlage 6: Arbeitshilfe zur Anwendung der Logistic Support Analysis (LSA) Typ1 - Reportmethode zur logistischen Unterstützung (RMLU)
[11] Bereichsvorschrift C1-1530/0-5, Version 1	Bereitstellen von SASPF-fähigen logistischen Stammdaten (BAAINBw)
[12] ZDv A1510/1, Version 1	Lebenswegkostenmanagement in der Bundeswehr über alle CPM-Phasen, Life Cycle Cost Management (LCCM)
[13] UM 60U 9 030	Studie des WaSysKdoLw, Dezernat ZA2, "RMLU - Reportmethode zur logistischen Unterstützung"
[14] Leitfaden zur Anwendung der internationalen Spezifikation ASD S4000P in der Bundeswehr	Leitfaden zur Anwendung der internationalen Spezifikation ASD S4000P in der Bundeswehr (Herleitung und laufende Optimierung von Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung von Wehrmaterial)
[15] Zentralrichtlinie A2-1013/0-0-25, Version 1.1	Zentrale Vorgaben zu Grundsätzen und Bestimmung für die Instandhaltung und Fertigung in der Bundeswehr
[16] BesAn BAAINBw T-Q-001/14, Version 1.1	Materialgrundlagen/-informationen: Regelungen zur S2000M und S1000D

8. Definitionen und Abkürzungen

8.1. Begriffs-Definitionen

Die folgenden Begriffsdefinitionen sind auf die für den Leitfaden wichtigen und spezifischen Begriffe konzentriert. Weitere Begriffsdefinitionen finden sich in den Bezugsdokumenten [1] und in Anlage 7 zum Dokument [5].

Tabelle 12: Liste der Begriffsdefinitionen

Begriff	Erläuterung
Guidance Conference	Als Guidance Conference bezeichnet man eine initiale Abstimmungsbesprechung zur Festlegung von organisatorischen Rahmenbedingungen und eines verbindlichen Regelwerks für einen bestimmten Projektanteil. Eine Guidance Conference kann eine übergreifende (z.B. ILS, Support Engineering) oder eine disziplinspezifische (z.B. nur LSA, Technische Dokumentation oder Training) Ausprägung haben.
Integrated Logistic Support (ILS)	<p>Integrated Logistic Support (ILS) ist ein Prozess, der sich über den gesamten Lebensweg (Life Cycle) von Produkten erstreckt und in dem alle das Produkt betreffenden logistischen Überlegungen zu einem ganzheitlichen Ansatz zusammengeführt (integriert) werden, um eine optimierte logistische Unterstützung des Produkts zu angemessenen Kosten sicherzustellen. Der ILS-Prozess ist integraler Bestandteil sowohl der Analysephase und Realisierung im Sinne der Gestaltung des Projektelements Logistik als auch der Nutzung (in Anlehnung an ALP-10).</p> <p>Anmerkung: <i>In den Spezifikationen der ASD/AIA und in zahlreichen anderen Quellen wird das Vorgehen nach dem Prinzip ILS nicht als Prozess, sondern als Management-Methode definiert. Der entscheidende, gemeinsame Grundgedanke der Integration der ILS-Elemente über den gesamten Produkt-Lebenszyklus ist in beiden Definitionen identisch.</i></p>
Instandhaltung	Die Instandhaltung bezeichnet die Kombination technischer und betrieblicher Maßnahmen, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung der Verwendungsfähigkeit von materiellen Produkten (Geräte oder Systeme) dienen (siehe [15]).
Instandsetzung	Die Instandsetzung beinhaltet alle physischen Maßnahmen, die ausgeführt werden, um die Verwendungsfähigkeit von fehlerhaftem Material wiederherzustellen. Instandsetzung wird dabei grundsätzlich bedarfsbezogen auf der Grundlage von Inspektionsergebnissen und im Betrieb festgestellten Mängeln durchgeführt (siehe [15]).
Key Performance Indicator (KPI)	Der Begriff Key Performance Indicator bezeichnet im Leitfaden die technisch-funktionalen Leistungswerte.
Logistic Support Analysis (LSA)	<p>Die Logistic Support Analysis (LSA) dient der systematischen Ermittlung sowie elektronischen Erfassung, Darstellung und Auswertung aller Informationen, die für das Erreichen der ILS-Ziele/Projektelement Logistik benötigt werden. LSA unterstützt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Identifizierung von Kostentreibern während der Analyse, Realisierung und Nutzung von Produkten • die Einflussnahme auf das Design und die Entwicklung zur Minimierung der LCC • die Bereitstellung logistischer Daten zur Planung und zur Herstellung der Einsatzreife

Life Cycle Costs (LCC)	Alle Kosten, die über den gesamten Produktlebenszyklus (d.h. von der ersten Produktidee bis zur endgültigen Entsorgung/Verwertung) anfallen.
Line Replaceable Unit (LRU)	Eine LRU ist ein Bauteil oder eine Baugruppe eines technischen Geräts, das im Rahmen einer Wartung oder Instandsetzung vor Ort (also nicht in einer Werkstatt oder in einem Instandsetzungsbetrieb) auswechselbar ist.
LSA Guidance Document	Das LSA Guidance Document im Sinne der S3000L enthält das detaillierte Regelwerk zur Durchführung des LSA-Prozesses. Als Minimum sind zu definieren: <ul style="list-style-type: none"> • Liste der ausgewählten Datenelemente plus Regeln, wie sie zu befüllen sind (Input Instructions) • Festlegung der zu verwendenden DV-Produkte zur Durchführung und Dokumentation der ausgewählten Analysetätigkeiten • Definition des Berichtswesens (Prozess und ausgewählte Berichte inkl. Beispiele) • Datenaustauschprozess, falls erforderlich (Dateninhalt und Liefersequenz) • Festlegung von Berechnungsverfahren, falls erforderlich (z.B. in Form eines Anhangs mit den relevanten mathematischen Berechnungsformeln)
LSA Program Plan	Der LSA Program Plan im Sinne der S3000L enthält die organisatorischen Rahmenbedingungen zur Durchführung des LSA-Prozesses. Als Minimum sind zu definieren: <ul style="list-style-type: none"> • Managementstrukturen auf Auftraggeber- und Auftragnehmer-Seite • Zeitplan und Definition von Meilensteinen • Meetingkalender • Definition von Verantwortlichkeiten (wer berichtet wem?)
Sonderereignis	Ereignisse, die nicht vorhergesagt werden können und im Zuge einer Instandhaltung nicht verhindert werden können. Beispiel: Vogelschlag, Blitzeinschlag
Shop Replaceable Unit (SRU)	Eine SRU ist ein Bauteil oder eine Baugruppe eines technischen Geräts, das im Rahmen einer Wartung oder Instandsetzung nur in einer Werkstatt oder in einem Instandsetzungsbetrieb auswechselbar ist.
Support Engineering	Support Engineering umfasst die Bereiche Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Wartbarkeit und Testbarkeit technischer Produkte. Während der Entwicklung eines technischen Produkts unterstützt das Support Engineering die Entwicklungs- und Konstruktionsabteilungen in diesen Aufgaben. Parallel zur Entwicklung erarbeitet das Support Engineering die Wartungs- und Instandsetzungspläne und liefert im Rahmen des ILS die notwendigen Informationen zur anschließenden Erstellung der Technischen Dokumentation, Ersatzteilversorgung, Werkzeuge und Prüfgeräte, Training und Infrastruktur. Für eingeführte Produkte führt Support Engineering kontinuierliche Verbesserungen der Instandhaltungsmaßnahmen durch und optimiert die Wartungs- und Instandsetzungspläne.
Unterstützung in Betrieb/Einsatz	Maßnahmen deren Begründung nicht in der Behebung eines Ereignisses, sondern in einer Notwendigkeit im Zuge der Nutzung des Produkts liegt. Somit sind dies Aufgaben die für betriebliche Zwecke erforderlich sind.

Unterstützungssystem	<p>Unterstützungssysteme sind komplexe Gebilde, die parallel zur Entwicklung des eigentlichen Produkts entstehen müssen.</p> <p>Die Elemente des Unterstützungssystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • technische Dokumentation • Ersatzteilversorgung • Personalplanung und Ausbildung • Sonderwerkzeuge, Prüfgerät <p>Der dazu anzuwendende Prozess wird als Integrated Logistic Support (ILS) bezeichnet, die Elemente des Unterstützungssystems werden im Bereich der Bundeswehr als ILS-Elemente bezeichnet.</p>
Verfahrenskonferenz	Siehe Guidance Conference
Wartung	Unter Wartung sind alle Maßnahmen zusammengefasst, die der Bewahrung des Soll-Zustandes von Material dienen und somit den Verschleiß, die Abnutzung/Alterung und die Korrosion verzögern (siehe [15]).

8.2. Abkürzungen

Tabelle 13: Liste der Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
A4A	Airlines for America (Dachverband der US-Fluggesellschaften)
AAP	Ausbildung am Arbeitsplatz
AP	Application Protocol
AIA	Aerospace Industries Association (Vereinigung der Luftfahrtindustrie der USA)
ALC	Alternate Logistic Control Number
ASB	Abschlussbericht
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASD	Aerospace and Defence Industries Association of Europe
ATA	Air Transport Association (Dachorganisation der zivilen Fluggesellschaften der USA)
AWE	Auswahlentscheidung
BAAINBw	Bundesamt für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr
BEI	Breakdown Element Identifier
BHO	Bundshaushaltsordnung
BITE	Built in Test Equipment
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
Bw	Bundeswehr
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer-Aided Engineering
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CBT	Computer Based Training
CDM	Common Data Model
CDR	Critical Design Review
CGM	Commercial, Government and Military
CIL	Candidate Item List
CLS	Contractor Logistic Support
COTS	Commercial off the Shelf

Abkürzung	Bedeutung
CPM	Customer Product Management
CRD	Customer Requirements Document
CSN	Catalogue Sequence Number
DBGMLU	Datenbankgestützte Methode zur logistischen Unterstützungsanalyse
DEL	Data Element List (Datenelementliste)
DEX	Data Exchange
DIN	Deutsche Industrienorm
DMC	Data Module Code
DMEWG	Data Modeling & Exchange Working Group
DMRL	Data Module Requirement List
DMU	Digital Mock-Up
DV	Datenverarbeitung
ET	Ersatzteil
FFF	Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung
FFF(S)	Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung (Sofortinitiative)
FHA	Functional Hazard Assessment
FMEA	Failure Mode Effectivity Analysis
FMECA	Failure Mode Effects and Criticality Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
GAPL	Geräteaufbruchplan
GeNu	Genehmigung zur Nutzung
HdE	Herstellung der Einsatzreife
HFA	Human Factors Analysis
ID	Identifizier
IETD	Interaktive Elektronische Technische Dokumentation
IGES	Initial Graphics Exchange Specification
ILS	Integrated Logistic Support
ILS PP	ILS Program Plan
IPT	Integriertes Projektteam
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
KPI	Key Performance Indicator
LAN	Local Area Network
LBA	Luftfahrtbundesamt
LCC	Life Cycle Costs
LCCA	Life Cycle Costs Analysis
LCCM	Life Cycle Cost Management
LCN	Logistic Control Number
LORA	Level of Repair Analysis
LRU	Line Replaceable Unit
LSA	Logistic Support Analysis
LSA PP	LSA Program Plan
LSC	Logistic Support Costs
LufABw	Luftfahrtamt der Bundeswehr

Abkürzung	Bedeutung
MaxTTR	Maximum Time to Repair
MES	Materialerhaltungsstufe
MSG-3	Maintenance Steering Group 3
MTA	Maintenance Task Analysis
MTBF	Mean Time between Failure
MTBUR	Mean Time Between Unscheduled Removal
MTTF	Mean Time to Failure
OASIS	Organization of the Advancement of Structured Information Standards
OMG	Object Management Group
OPM	Optimization of Preventive Maintenance
ORD	Operational Requirements Document
PDM	Produktdaten-Management
PE	Periodic
PHST	Packaging, Handling, Storage, Transportation
PL	Projektleiter/Projektleiterin
PLCS	Product Life Cycle Support
PlgABw	Planungsamt der Bundeswehr
PLK	Projektbezogenes Logistisches Konzept
PMA	Preventive Maintenance Analysis
PMC	Publication Module Code
PMTR	Preventive Maintenance Task Requirement
PO	Perform Once
PPH	Process & Procedure Handbook
PUT	Projektunterstützungsteam
RCM	Reliability Centred Maintenance
ReG	Realisierungsgenehmigung
RAMTS	Reliability, Availability, Maintainability, Testability and Safety
RMLU	Reportmethode zur logistischen Unterstützung
RM&T	Reliability, Maintainability and Testability
SASPF	Standard-Anwendungs-Software-Produkt-Familien
SFF	Systemfähigkeitsforderung
SNS	Standard-Nummerierungssystem
SSA	Software Support Analysis
STE	Simplified Technical English
STEP	Standard for the Exchange of Product model data
SWPÄ	Softwarepflege- und Änderung
SysPÄ	Systempflege- und Änderung
TBD	To be defined
TBM	Typenbegleitmannschaft
TCI	Time Change Item
TLB	Technisch Logistische Betreuung
TNA	Training Needs Analysis
UML	Unified Modelling Language
UoF	Unit of Functionality

Abkürzung	Bedeutung
VDA	Verband der Automobilindustrie
WAN	Wide Area Network
WUT	Waffensystem-Unterstützungsteam
XSD	XML-Schema-Definition
XML	Extensible Markup Language

9. Anhänge

9.1. Anhang A - das S3000L-Datenmodell

In diesem Anhang werden die grundlegenden Elemente des S3000L-Datenmodells erläutert, die erforderlich sind, um das Datenmodell in seinen Grundzügen lesen und verstehen zu können. Der Anhang ist geschrieben für DV-Fachleute, welche mit den Prinzipien der Datenbankentwicklung vertraut sind. Für ein voll umfängliches Verständnis aller Details ist ein entsprechendes Training mit einem S3000L-Datenmodell-Experten/einer S3000L-Datenmodell-Expertin von ca. 3-4 Tagen zu empfehlen.

9.1.1. UML-Komponenten des S3000L-Datenmodells

Die im S3000L verwendeten UML-Komponenten sind:

- Attribute (= Datenelement)
Ein Attribut entspricht einem Datenelement, sprich einem konkreten „Wert“ einer Eigenschaft (z.B. Nachname und Vorname einer Person). Mehrere Attribute logisch zueinander gruppiert bilden eine Klasse.
- Datentypen (siehe Kapitel 9.1.2)
Jedes Attribut im S3000L-Datenmodell wird dahingehend klassifiziert, um welchen Datentyp (= Format) es sich bei diesem Attribut handelt.
- Klassen
Entspricht im Wesentlichen der Gruppierung von Attributen in Tabellen in einer Datenbank, wobei auch mehrere Klassen aus dem UML-Modell zu einer Tabelle in einer Datenbank zusammengefasst werden können. Damit ist i.d.R. ein UML-Modell nicht 1:1 deckungsgleich mit einem physikalischen Datenbankmodell.
- Relationen (Verknüpfungen) verschiedener Art zwischen Klassen
Klassen können auf unterschiedliche Art miteinander in Beziehung stehen. So können z.B. in einer Datenbank *einem* Datensatz in einer Tabelle *mehrere* Datensätze in einer anderen Tabelle zugeordnet werden. Für den Begriff Relation wird in der DV auch häufig der Begriff Verknüpfung oder Beziehung verwendet.

9.1.2. Datentypen des S3000L-Datenmodells

Die Bedeutung des Begriffs Datentyp stammt ursprünglich aus dem Umfeld der Programmiersprachen und bezeichnet das Format eines Attributs. Typische Beispiele sind ganze Zahlen, Kommazahlen, Zeichenketten, längere Texte oder komplexere, zusammengesetzte Datentypen wie z.B. ein Datum.

Im S3000L-Datenmodell wurden zu bereits standardisierten Datentypen aus der Welt der Programmiersprachen (z.B. das Format „integer“ für ganze Zahlen) zusätzliche S3000L-spezifische Datentypen (⇒ primitives) definiert. Die Definition dieser Datentypen findet sich in der S3000L im Kapitel 19.2.3. Im Folgenden werden diese zusätzlichen Datentypen kurz erläutert.

9.1.2.1. Datentyp *DateType* (Datum)

Der Datentyp *DateType* dient zur standardisierten Erfassung eines Datums in einer Datenbank. Die Informationen eines Datums werden gemäß den Regeln der Daten-Normalisierung in ihre einzelnen, elementaren und nicht weiter teilbaren Komponenten zerlegt und jeweils durch eine ganzzahlige Zahl (Format „integer“) dargestellt.

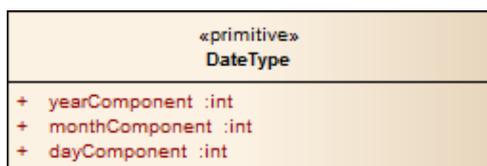


Abbildung 26: S3000L-Datenmodell - Datentyp DateTyp

Der Datentyp *DateType* umfasst 3 Komponenten:

- yearComponent (integer)
- monthComponent (integer)
- dayComponent (integer)

Die Konsequenz in einer Datenbank ist, dass ein Datum nicht über eine Spalte in einer Tabelle repräsentiert wird, sondern über 3 Spalten. Damit kann auch auf einfache Art und Weise für jeden Teil eines Datums ein Regelsatz hinterlegt werden (z.B. kann als Regel der Wertebereich für den Monat von 1-12 eingeschränkt werden).

9.1.2.2. Datentyp IdentifierType (Kenner)

Der Datentyp *IdentifierType* dient zur eindeutigen Identifikation eines Datensatzes in der Datenbank.

Beispiel: Attribute eines Geräts

Eine Anzahl von einfachen Attributen, die zu einem Gerät gehören (Länge, Breite, Höhe, Farbe, Gewicht, etc...), stehen in einer Datenbank in einer Zeile einer Tabelle. Das Gerät selbst wird aber nicht über die Kombination dieser Attribute identifiziert, sondern über einen eindeutigen Kenner, den *Identifier*. Dieser Kenner kann z.B. das Teilekennzeichen des Geräts sein. Anhand dieses Kenners kann später in der Datenbank der zugehörige Datensatz mit den Detailinformationen wieder gefunden werden.



Abbildung 27: S3000L-Datenmodell - Datentyp IdentifierType

Der Datentyp *IdentifierType* umfasst 3 Komponenten:

- identifier (char)
- identifierClassifier (ClassificationType)
- identifierSetBy (Organization)

Von den 3 Komponenten ist die erste Komponente, der *identifier* selbst, ein einfaches Attribut vom allgemein gehaltenen Format **char**. Hierbei handelt es sich allgemein um eine Zeichenkette. Eine konkrete Definition der Zeichenkette erfolgt später innerhalb einer Datenbank (z.B. wie lang darf die Zeichenkette maximal sein, Festlegung der erlaubten Zeichen wie Zahlen, Buchstaben, Sonderzeichen).

Die Komponente *identifierClassifier* erweitert den Datentyp *IdentifierType* um die Information, um welche Art des Kenners es sich handelt (= "Klassifizierung" des Kenners, daher der Datentyp *ClassificationType*, der im Kapitel 9.1.2.4 erläutert wird).

Die Komponente *identifierSetBy* erweitert den Datentyp *IdentifierType* um die Information, welche Organisation (z.B. Firma, Behörde) für die Art des Kenners verantwortlich ist. Nachdem die Organi-

sation selbst als Objekt im S3000L-Datenmodell existiert (siehe UoF **Product and Project**), wird auf die Klasse *Organization* innerhalb der UoF **Product and Project** verwiesen.

Beispiel: Netzteil eines Computers

Ein Computernetzteil bekommt durch den Originalhersteller von Netzteilen (Firma ABC) ein Teilekennzeichen (\Rightarrow *identifier*). Es handelt sich damit um ein Originalhersteller-Teilekennzeichen (\Rightarrow *identifierClassifier*) und verantwortlich für die Vergabe dieses Teilekennzeichens ist die Firma ABC (\Rightarrow *identifierSetBy*).

Ein Computerhersteller (Firma XYZ) baut das Netzteil in seine Computer ein. Das Computernetzteil bekommt jetzt durch den Computerhersteller (Firma XYZ) ein weiteres Teilekennzeichen (\Rightarrow *identifier*). Es handelt sich um ein internes Teilekennzeichen der Firma XYZ (\Rightarrow *identifierClassifier*) und verantwortlich für die Vergabe dieses Teilekennzeichens ist die Firma XYZ (\Rightarrow *identifierSetBy*).

Solche Szenarien sind typisch für komplexe technische Systeme. Zusätzlich können durch übergeordnete Organisationen weitere spezifische Kenner vergeben werden, um innerhalb der Organisation zu agieren. Ein typisches Beispiel ist die Vergabe von NATO-Versorgungsnummern.

Anmerkung:

Die Komponenten *identifierClassifier* und *identifierSetBy* werden durch eine weitere Information näher beschrieben, der sog. Kardinalität (in eckigen Klammern am Ende, z.B. [0..1]). Die Erklärung des Begriffs Kardinalität für Datenelemente erfolgt im Kapitel 9.1.4.

9.1.2.3. Datentyp *DescriptorType* (Beschreibung/Text)

Der Datentyp *DescriptorType* dient zur Erfassung von Beschreibungen und Texten.



Abbildung 28: S3000L-Datenmodell - Datentyp *DescriptorType*

Der Datentyp *DescriptorType* umfasst 4 Komponenten:

- descriptorText (char)
- descriptorLanguage (ClassificationType)
- descriptorProvidedBy (Organization)
- descriptorProvidedDate (DateType)

Von den 4 Komponenten ist die erste Komponente, der *descriptorText* selbst, ein einfaches Attribut vom allgemein gehaltenen Format **char** (siehe 9.1.2.2).

Die Komponente *descriptorLanguage* erlaubt die Angabe der Sprache des Textelements. Die Komponente *descriptorProvidedBy* erlaubt die Angabe der verantwortlichen Organisation, die den Text verfasst hat und die Komponente *descriptorProvidedDate* ermöglicht die Angabe eines Erstellungsdatums.

9.1.2.4. Datentyp *ClassificationType* (Klassifizierung/Typisierung)

Der Datentyp *ClassificationType* dient zur Klassifizierung (Typisierung) von Attributen.



Abbildung 29: S3000L-Datenmodell - Datentyp *ClassificationType*

Der Datentyp Class umfasst eine Komponente:

- classifier (char)

Ein Attribut vom Datentyp *ClassificationType* ist typischerweise ein Datenelement, welches über vorgegebene Auswahloptionen befüllt wird (in einer DV-Anwendung i.d.R. als Dropdown-Element realisiert). Beispiele sind Codes mit bestimmten zulässigen Werten oder Maßeinheiten.

9.1.2.5. Datentyp *PropertyType* (Eigenschaft)

Der Datentyp *PropertyType* ermöglicht mehrere Darstellungsformen eines konkreten Werts eines Attributs. Anders als bei den bisher beschriebenen Datentypen umfasst der Datentyp *PropertyType* mehrere Optionen, sog. Spezialisierungen.

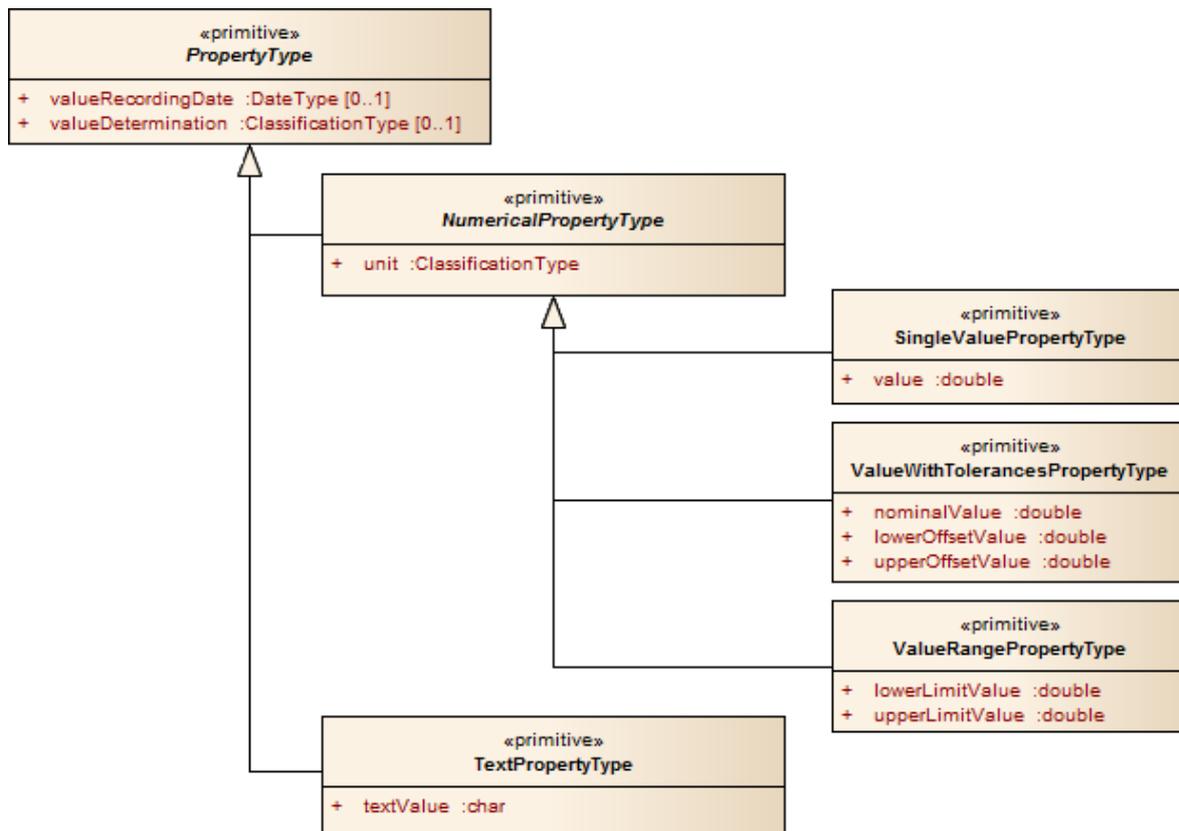


Abbildung 30: S3000L-Datenmodell - Datentyp *PropertyType*

Jedes Datenelement vom Datentyp *PropertyType* hat übergeordnet zwei optionale Attribute:

- valueRecordingDate (DateType)
- valueDetermination (ClassificationType)

Die Komponente *valueRecordingDate* ermöglicht die Angabe eines Erstellungsdatums eines Werts vom Datentyp *PropertyType*. Die Komponente *valueDetermination* erlaubt die Klassifizierung eines Werts vom Datentyp *PropertyType*.

Beispiel: Das Attribut Mean Time Between Failure (MTBF)

Der konkrete Wert einer MTBF kann im Laufe eines Projekts unterschiedliche "Ausprägungen" besitzen.

- Zu Projektbeginn wird ein spezifizierter MTBF-Wert definiert (z.B. als zu erreichende Vorgabe)
- Aus technischen Analysen im Bereich der Zuverlässigkeit ergibt sich ein prognostizierter MTBF-Wert

- Im Laufe der Nutzung ergibt sich ein aus Nutzungsdaten errechneter MTBF-Wert
- Die verschiedenen Ausprägungen der MTBF-Werte können über die Komponente *valueDetermination* typisiert werden und werden damit miteinander vergleichbar.

Die eigentlichen Werte eines Attributes vom Datentyp *PropertyType* werden unterteilt in Zahlenwerte (*NumericalPropertyType*) und Textelemente (*TextPropertyType*).

Zahlenwerte:

Allen Zahlenwerten gemeinsam ist die verbindliche Angabe einer Maßeinheit. Dies erfolgt über die Komponente:

- unit (ClassificationType)

Des Weiteren kann ein Zahlenwert drei verschiedene Ausprägungen haben:

<i>SingleValuePropertyType</i>	<i>ValueWithTolerancesPropertyType</i>	<i>ValueRangePropertyType</i>
Komponenten:	Komponenten:	Komponenten:
<ul style="list-style-type: none"> • value (double) 	<ul style="list-style-type: none"> • nominalValue (double) • lowerOffsetValue (double) • upperOffsetValue (double) 	<ul style="list-style-type: none"> • lowerLimitValue (double) • upperLimitValue (double)

Definition eines konkreten Zahlenwerts vom Datentyp *double*, ohne weitere Information.

Definition eines konkreten Zahlenwerts vom Datentyp *double* mit einem oberen und unteren Toleranzbereich. Die Angaben der Toleranzen sind vom Datentyp *double* und werden in Prozent angegeben.

Definition eines Wertebereichs mit oberer und unterer Grenze. Die beiden Grenzwerte sind vom Datentyp *double*.

Textelemente:

Der konkrete Wert eines einfachen Textelements wird durch eine Komponente dargestellt:

- textValue (char)

Anmerkung:

Falls ein Textelement die zusätzlichen Attribute der Sprache und des Erstellers/der Erstellerin erfordert, wird im S3000L-Datenmodell der Datentyp *DescriptorType* verwendet (siehe Kapitel 9.1.2.3).

9.1.2.6. Weitere zusammengesetzte Datentypen (compound attributes)

Die Gruppe der zusammengesetzten Datentypen umfasst immer wiederkehrende Darstellungsmuster von miteinander verwendeten Attributen. Das S3000L-Datenmodell verwendet drei dieser eigens definierten Datentypen:

- SerialNumberRange
- DatedClassification
- AuthorizedLife

Datentyp *SerialNumberRange* (Bereich von Serialnummern):

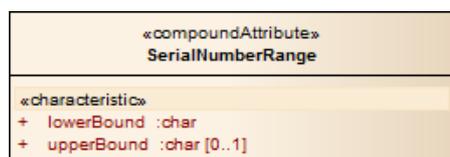


Abbildung 31: S3000L-Datenmodell - Datentyp (compound attribute) *SerialNumberRange*

Der Datentyp *SerialNumberRange* umfasst 2 Komponenten:

- lowerBound (char)
- upperBound (char)

Wird das Attribut *upperBound* nicht genutzt, so kann auf diese Art eine einzelne Seriennummer dargestellt werden.

Datentyp *DatedClassification* (Klassifizierung/Typisierung mit Gültigkeitsdatum):

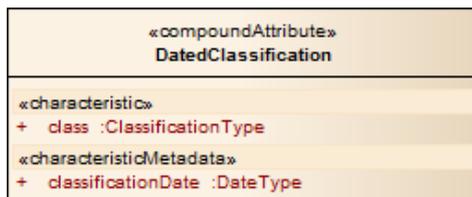


Abbildung 32: S3000L-Datenmodell - Datentyp (compound attribute) *DatedClassification*

Der Datentyp *DatedClassification* umfasst 2 Komponenten:

- class (ClassificationType)
- classificationDate (DateType)

Eine *DatedClassification* entspricht dem Datentyp *ClassificationType*, wird jedoch um ein Attribut vom Typ Datum erweitert, um ein Gültigkeitsdatum dokumentieren zu können (z.B. für eine Classification, welche erst im Rahmen eines Projekts ab einem bestimmten Zeitpunkt gültig ist).

Datentyp *AuthorizedLife* (Nutzungs-/Lebenszeit):



Abbildung 33: S3000L-Datenmodell - Datentyp (compound attribute) *AuthorizedLife*

Der Datentyp *AuthorizedLife* umfasst 2 Komponenten:

- authorizedLife (ClassificationType)
- lifeAuthorizingOrganization (Organization)

Eine Lebenszeitbegrenzung ist i.d.R. mit einer Organisation verknüpft, welche die Begrenzung festlegt (z.B. eine Herstellerfirma, eine Behörde oder der Gesetzgeber). Daher kann dieses Datenelement mit einer Organisation verknüpft werden.

9.1.3. Klassen

Im S3000L-Datenmodell dient eine Klasse zur Gruppierung von inhaltlich zusammengehörigen Datenelementen. Abbildung 34 zeigt die typische Darstellung einer Klasse:



Abbildung 34: S3000L-Datenmodell - Darstellung einer Klasse

Eine Klasse besteht aus 3 Bereichen:

- Name der Klasse (als Überschrift im oberen Rechteck)
- Schlüsseldatenelement (i.d.R. ein Datenelement vom Datentyp *IdentifierType*), im Bereich <<key>>
- Weitere Attribute der Klasse, im Bereich <<characteristic>>

Das Beispiel in Abbildung 34 zeigt die Attribute der Klasse für eine Produktvariante. Der Name der Klasse ist *ProductVariant*. Das Schlüsseldatenelement, mit dem man einen Datensatz identifizieren kann, ist *productVariantIdentifier*. Ein weiteres Attribut ist der Name der Produktvariante, *productVariantName*.

Im einfachsten Fall kann eine Klasse im UML-Modell (Abbildung 34) in der Umsetzung innerhalb einer physikalischen Datenbank als Tabelle betrachtet werden (Abbildung 35). Die Zusammenfassung mehrerer Klassen zu einer Datenbanktabelle ist ebenso möglich wie die Aufteilung einer Klasse in mehrere Datenbanktabellen.

<i>ProductVariant</i>	
product_variant_ID	product_variant_name
GSS	Eurofighter German Single Seater
GTS	Eurofighter German Twin Seater
BSS	Eurofighter British Single Seater
BTS	Eurofighter British Twin Seater

Abbildung 35: Beispiel einer Tabellenansicht der Klasse *ProductVariant*

Dabei zeigen sich folgende Entsprechungen in den jeweils verwendeten Begrifflichkeiten im Bereich der UML-Modellierung bzw. im Bereich der Datenbankentwicklung.

- Name der Tabelle ⇔ Name der Klasse
- Spalten der Tabelle ⇔ Attribute (Datenelemente) der Klasse
- Datensätze (Zeilen) der Tabelle ⇔ Instanzen der Klasse

9.1.4. Kardinalität für Datenelemente

Wird für ein einzelnes Attribut in einer Klasse eine Regel über die „Art“ der vorgesehenen Befüllung vereinbart (z.B. das Attribut ist verbindlich oder optional), wird die Regel als Kardinalität bezeichnet. Sie wird im Datenmodell in eckigen Klammern hinter dem Datenelementnamen und dem Datentyp angegeben.



Abbildung 36: Angabe der Kardinalität

In folgender Tabelle sind die möglichen Optionen für die Vergabe von Kardinalitäten aufgeführt:

Kardinalität	Beschreibung
keine Kardinalität	Das Attribut ist verbindlich und darf nur genau einen Wert haben.
[0..1]	Das Attribut ist optional, kann also leer (‘/NULL’) bleiben. Wenn es befüllt ist, darf es nur genau einen Wert haben.
[1..*]	Das Attribut ist verbindlich (muss also mindestens einen Wert haben), kann aber auch mehrere Werte (z.B. mit verschiedenen Ausprägungen) haben.

Kardinalität	Beschreibung
[0..*]	Das Attribut ist optional, kann also leer (‘/NULL’) bleiben. Wenn es befüllt ist, muss es mindestens einen Wert haben, kann aber auch mehrere Werte (z.B. mit verschiedenen Ausprägungen) haben. Zum Thema Ausprägung siehe auch Beispiel der MTBF im Kapitel 9.1.2.5.

9.1.5. Klassen ohne eigene Attribute

In einem UML-Modell werden auch Klassen ohne eigene Attribute verwendet. Die klassischen Anwendungsfälle sind:

- Um 2 Klassen miteinander in Beziehung zu setzen, ist es in einem UML-Modell sinnvoll, eine verknüpfende Klasse einzuführen (dies erleichtert später die Lesbarkeit des Datenmodells für einen Datenbankentwickler/eine Datenbankentwicklerin).

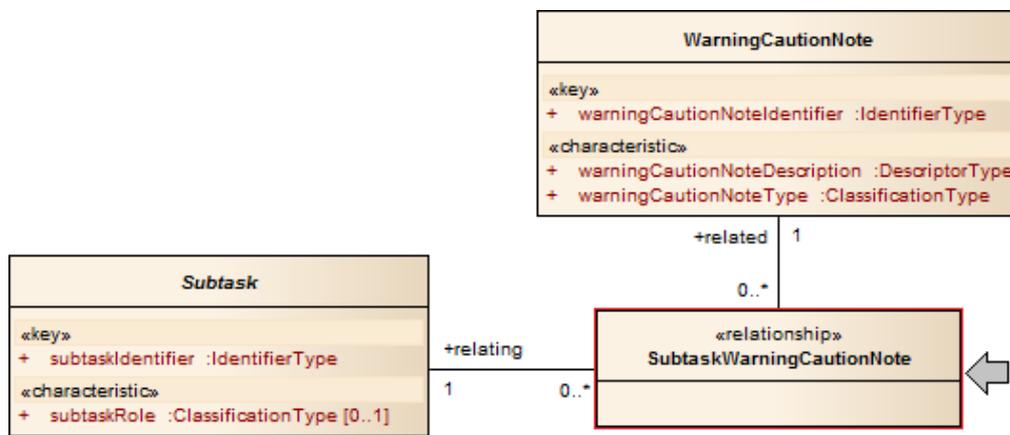


Abbildung 37: Leere Klasse zur Verknüpfung zweier Klassen

In Abbildung 37 werden die beiden Klassen zur Definition eines Subtasks (Klasse *Subtask*) und zur Definition von möglichen Warnhinweisen (Klasse *WarningCautionNote*) über die Verknüpfungsklasse (*<<relationship>>*) *SubtaskWarningCautionNote* miteinander verknüpft. Die Bedeutung der Kardinalitäten für Verknüpfungen (angegeben an den Verbindungslinien) wird im Kapitel 9.1.6.5 erläutert.

Anmerkung:

Verknüpfungsklassen sind im S3000L-Datenmodell durch den Hinweis *<<relationship>>* leicht zu erkennen. Sie können auch eigene Attribute enthalten.

- Klassen, welche bereits in einer bestimmten UoF definiert worden sind, können auch in anderen UoF verwendet werden, z.B. um dort eine Beziehung zu einer Klasse innerhalb der anderen UoF aufzubauen. In diesem Fall werden die bereits definierten Klassen grau hinterlegt dargestellt.

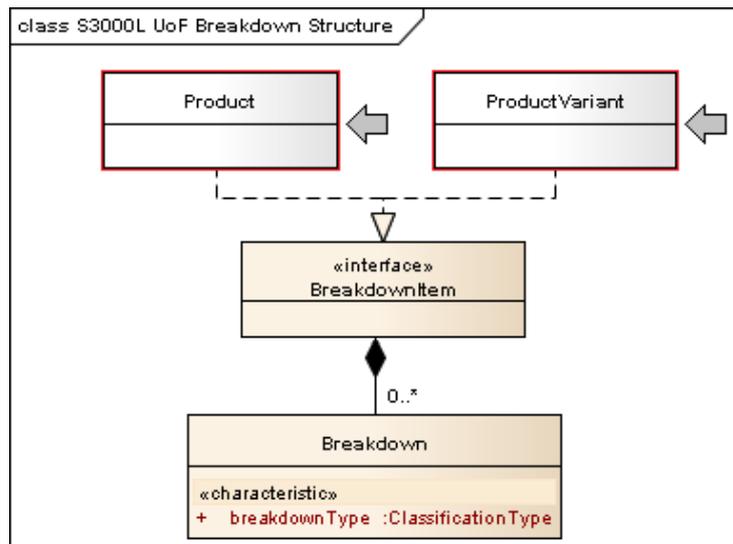


Abbildung 38: Leere Klasse aus anderer UoF

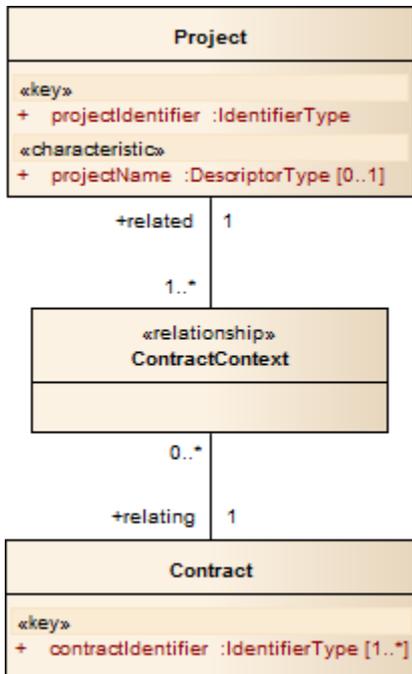
In Abbildung 38 werden die beiden Klassen *Product* und *ProductVariant* in der UoF **Breakdown Structure** mit der Klasse *Breakdown* verknüpft. Die initiale Definition der beiden Klassen *Product* und *ProductVariant* erfolgte in der UoF **Product and Project**.

9.1.6. Relationen zwischen Klassen

Zur näheren Erläuterung der möglichen Relationen zwischen 2 Klassen werden im Folgenden die original englischen Bezeichnungen aus der UML-Modellierungssprache verwendet. Diese Bezeichnungen werden auch so 1:1 im S3000L-Datenmodell verwendet und werden daher in der Beschreibung zum Verständnis des Datenmodells so beibehalten.

9.1.6.1. Association

Stehen 2 Klassen über eine sog. **Association** miteinander in Beziehung, so findet sich im S3000L-Datenmodell eine zusätzliche Relationsklasse (<<relationship>>), welche die beiden zu verknüpfenden Klassen verbindet.



Die Verbindung zwischen der Klasse *Project* und der Klasse *Contract* ist durch die Relationsklasse *ContractContext* gegeben. Diese enthält keine eigenen Attribute.

Die dargestellte **Association** sagt Folgendes aus:

Ein Datensatz aus der Klasse *Contract* (sprich, ein Vertrag) kann mit keinem, einem oder mehreren Datensätzen aus der Klasse *Project* (sprich, mit einem Projekt) verknüpft sein.

Umgekehrt muss ein Datensatz aus der Klasse *Project* mindestens mit einem Datensatz (oder auch mit mehreren Datensätzen) aus der Klasse *Contract* verknüpft sein (heißt, kein Projekt ohne zugehörigen Vertrag).

Ein Vertrag kann mehrere Projekte abdecken. Ein Projekt kann aber auch mehrere Verträge erfordern. Eine Beziehung dieser Art wird m:n Beziehung genannt.

Die Kardinalitäten für Relationen werden im Kapitel 9.1.6.5 erläutert.

Abbildung 39: Darstellung einer Association

In einem physikalischen Datenbankmodell entspricht die Relationsklasse *ContractContext* aus Abbildung 39 einer Relationstabelle, welche die Schlüsseldatenelemente *projectIdentifier* und *contractIdentifier* der in Beziehung gesetzten Klassen enthält.

ContractContext	
projectIdentifier	contractIdentifier
PRO-1AB	CON45-01
PRO-1AB	CON45-01ADD01
PRO-X70004	XCON-LH9

Abbildung 40: Darstellung der Association aus Abbildung 39 als Tabelle

Sonderfall 1: Internal Association

Soll eine Relation von Datensätzen innerhalb einer Klasse hergestellt werden, so spricht man vom Sonderfall einer „internen“ Relation. Bei der internen Relation fehlt die zu verknüpfende zweite Klasse. Stattdessen werden verschiedene Datensätze aus einer Tabelle miteinander in Beziehung gesetzt. Eine solche interne Relation ist dadurch zu erkennen, dass zwei Verbindungslinien zu einer Relationsklasse führen. In Abbildung 41 sind die beiden Verbindungslinien mit „+relating“ und „+related“ gekennzeichnet. Die Relationsklasse *ContractRelationship* enthält ein zusätzliches Attribut *contractRelationshipType*, welches in diesem Fall die Typisierung der Relation ermöglicht (z.B. ein Vertrag ist ein *Zusatzvertrag* zu einem anderen).

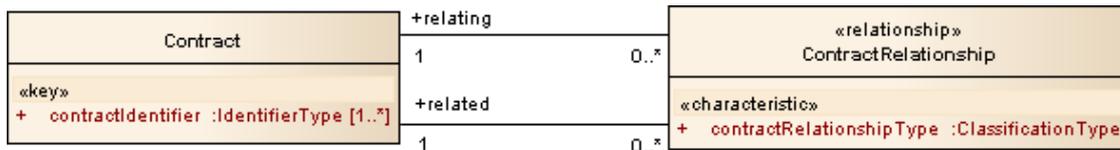


Abbildung 41: Interne Association

In einem physikalischen Datenbankmodell entspricht die Darstellung aus Abbildung 41 einer Relationstabelle, welche das Schlüsseldatenelement *contractIdentifier* zweimal enthält, einmal als verknüpfender Vertrag, einmal als verknüpfter Vertrag. Die Relationstabelle enthält ein zusätzliches Attribut *contractRelationshipType*, in diesem Fall zur Festlegung der Verknüpfungsart.

ContractRelationship		
RelatingContractIdentifier	RelatedContractIdentifier	contractRelationshipType
CON45-01	CON45-01ADD01	Subcontract

Abbildung 42: Darstellung der internen Association aus Abbildung 41 als Tabelle

Sonderfall 2: Directed Association

Eine „gerichtete“ Relation zwischen 2 Klassen wird durch einen offenen Pfeil an einem Ende der Verbindungslinie dargestellt. Eine solche Relation verzichtet auf die Darstellung einer Relationsklasse (wie z.B. in Abbildung 39 dargestellt). Die Interpretation dieser gerichteten Beziehung und deren Umsetzung in einem physikalischen Datenbankmodell entsprechen der einer „normalen“ **Association** zwischen 2 Klassen. Der Unterschied besteht in der Sichtweise der Beziehung aus der Richtung der verknüpften Klassen. Die Klasse ohne Pfeil kennt die Datensätze, auf welche sie verweist, während die Klasse mit dem Pfeil die Datensätze der verknüpfenden Klasse nicht zuordnen kann.

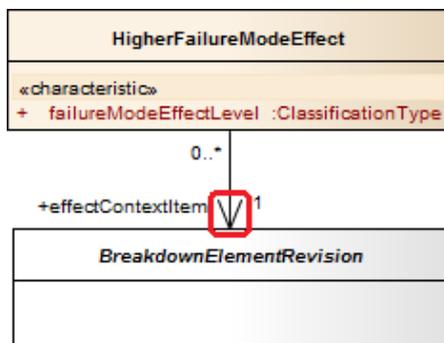


Abbildung 43: Directed Association zwischen einem Fehlereffekt und einem Aufbruchselement

In obiger Abbildung wurde nur die Richtung der Beziehung vom Fehlereffekt zum Aufbruchselement als notwendig und sinnvoll erachtet. In einer physikalischen Datenbank würde in dieser Art der Verknüpfung auch keine gesonderte Relationstabelle angelegt, sondern das Schlüsseldatenelement der verknüpften Klasse (hier *BreakdownElementRevision*) in eine zusätzliche Spalte in der verknüpfenden Klasse eingefügt.

Anmerkung:

Das Konstrukt der Directed Association wird im gesamten S3000L-Datenmodell nur einmal verwendet.

9.1.6.2. Generalization/Specialization

Durch **Generalization/Specialization** können Attribute, die in unterschiedlichen Klassen auf die gleiche Art verwendet werden, in einer übergeordneten Klasse (Parent) zusammengefasst werden. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Vererbung der Attribute der übergeordneten Klasse in die nachgeordneten Klassen. Die Darstellung im Datenmodell erfolgt durch eine durchgehende Linie zwischen den beiden zu verknüpfenden Klassen. An einem Ende der Linie befindet sich ein geschlossener Pfeil, welcher in Richtung der übergeordneten Klasse (Parent) zeigt. Die Technik der Generalization/Specialization findet sich an vielen Stellen des S3000L-Datenmodells. Ein typisches Beispiel zeigt folgende Abbildung:

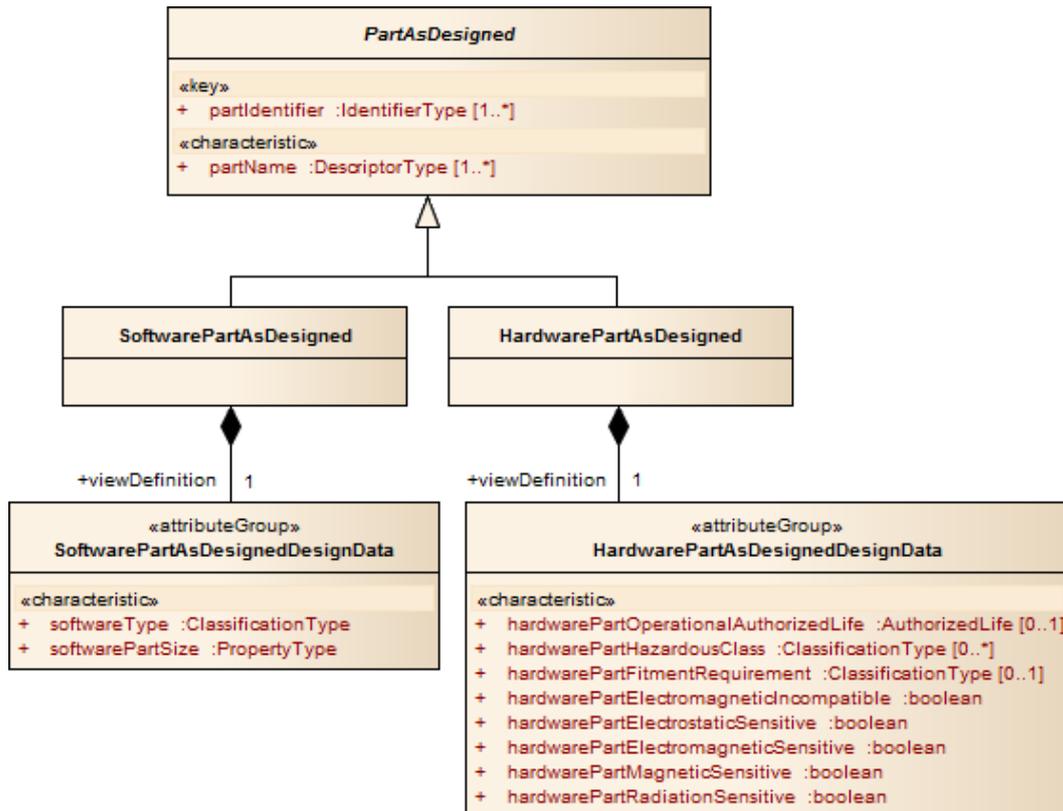


Abbildung 44: Generalization/Specialization

In obigem Beispiel ist die Klasse, welche Attribute vererbt, die Klasse *PartAsDesigned*. Die Spezialisierung der Klasse *PartAsDesigned* erfolgt über die Unterteilung in *SoftwarePartAsDesigned* und *HardwarePartAsDesigned*. Die Attribute dieser beiden Spezialisierungen finden sich in den Klassen *SoftwarePartAsDesignedDesignData* und *HardwarePartAsDesignedDesignData*, die als Attributegruppe (<<attributeGroup>>) zusätzliche Datenelemente (<<characteristic>>) enthalten. Alle Attribute der Parent-Klasse *PartAsDesigned* gehören auch zu den beiden Spezialisierungsklassen *SoftwarePartAsDesignedDesignData* und *HardwarePartAsDesignedDesignData*, sind also demnach vererbt. Zur Verdeutlichung die Darstellung des Klassenmodells als Tabellen in einer Datenbank siehe Abbildung 45.

SoftwarePartAsDesigned			
partIdentifizier	partName	softwareType	softwarePartSize
PNR009-SW01	Radar Software A002	loadable	120 Mbyte
PNR009-SW02	Radar Software A007	loadable	248 Mbyte

vererbte Attribute aus der Klasse
PartAsDesigned

Attribute aus den Spezialisierungen

HardwarePartAsDesigned				
partIdentifizier	partName	HP_OperationalAuthorizedLife	HP_HazardousClass	...
PNR-HW-F0003	Kraftstoffpumpe Typ A	2 Y	B	
PNR-HW-F0004	Kraftstoffpumpe Typ B	2 Y	B	

Abbildung 45: Darstellung der Specialization aus Abbildung 44 als Tabellen

Anmerkung:

In der Darstellung aus obigem Bild wird die Umsetzung einer "Specialization" durch 2 Tabellen mit duplizierten Attributen aus der generalisierten Klasse PartAsDesigned dargestellt. Eine Lösung über eine einzige Tabelle, die sowohl die generalisierten als auch die spezialisierten Datenelemente enthält, wäre ebenfalls möglich. Die korrekte Befüllung der spezialisierten Datenelemente ist dann über die Logik der zugehörigen DV-Anwendung sicherzustellen. So müsste z.B. unterbunden werden, dass für ein „HardwarePartAsDesigned“ das Attribut softwareType befüllt werden kann.

9.1.6.3. Aggregation

Unter dem Begriff **Aggregation** werden Relationen zwischen 2 Klassen beschrieben, in denen eine Klasse zugehöriger Bestandteil einer anderen ist. Dabei ist wichtig, ob die untergeordnete Klasse für sich selbst Bestand hat oder nicht. Die "klassische" Aggregation, in der die untergeordnete Klasse für sich selbst Bestand hat, wird im S3000L-Datenmodell an keiner Stelle verwendet. Als Hintergrundinformation und zum besseren Verständnis der **Composition Aggregation**, die anschließend in Kapitel 9.1.6.4 erläutert wird, ein typisches Beispiel für eine einfache Aggregation:

Aggregation	Erläuterung
-------------	-------------

m : n



Der Bezug zwischen den Klassen *Mitarbeiter* und *Abteilung* ist als Aggregation definiert (dargestellt durch die leere Raute am Ende der Beziehung). Definiert wird dadurch:

- Die Mitarbeiter sind Bestandteil von Abteilungen
- Ein Mitarbeiter kann in mehreren Abteilungen arbeiten, eine Abteilung besteht i.d.R. aus mehreren Mitarbeitern (m:n Relation)
- Das "Löschen" einer Abteilung (z.B. Auflösung aufgrund einer Umorganisation) rechtfertigt nicht das automatische "Löschen" aller Mitarbeiter, die in der aufgelösten Abteilung waren. D.h. die Existenz der Klasse Mitarbeiter ist nicht direkt abhängig von der Existenz der Klasse Abteilung.

9.1.6.4. Composition Aggregation

Ein spezieller Fall der Aggregation ist die **Composition Aggregation**. Im Gegensatz zur Aggregation erfordert hier jeder Datensatz der untergeordneten Klasse (child) einen zugeordneten Datensatz in der übergeordneten Klasse (parent).

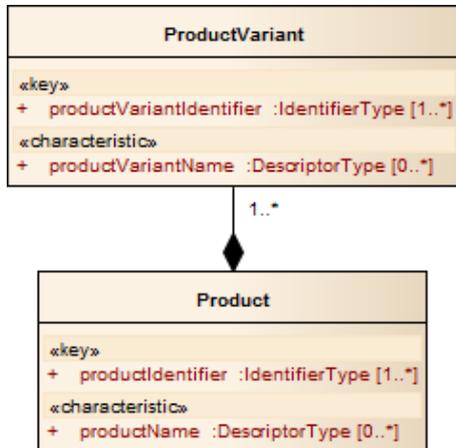


Abbildung 46: Composition Aggregation

Ein typisches Beispiel aus dem S3000L-Datenmodell ist die Zuordnung von Produktvarianten zu einem Produkt. Zu jedem Produkt existiert mindestens eine oder mehrere Produktvarianten. Wird das Produkt gelöscht, verschwinden auch all seine Produktvarianten.

Zur Verdeutlichung die Darstellung des Klassenmodells als Tabellen in einer Datenbank:

Product		ProductVariant		
productIdentifier	productName	productIdentifier	productVariantIdentifier	productVariantName
EF	Eurofighter Typhoon	EF	GSS	EF German Single Seater
		EF	GTS	EF German Twin Seater
		EF	ISS	EF Italian Single Seater
		EF	IST	EF Italian Single Seater

Abbildung 47: Darstellung der Composition Aggregation aus Abbildung 46 als Tabellen

Zur Herstellung der **1:n** Beziehung aus Abbildung 46 wird hier keine zusätzliche Relationstabelle benötigt (wie im Fall einer m:n-Beziehung). Die Schlüsselinformation *productIdentifier* aus der Klasse *Product* wird in der Klasse *ProductVariant* in einer eigenen Spalte wiederholt. Würde das Produkt EF aus der Klasse *Product* gelöscht, würden alle Produktvarianten ihren Ankerpunkt verlieren. In diesem Augenblick wären diese Produktvarianten in einer Datenbank nur noch als "Datenleichen" zu betrachten. Das Entstehen solcher Datenleichen kann über das Datenbankdesign (Stichwort „referentielle Integrität“) vermieden werden.

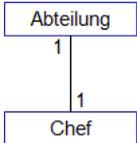
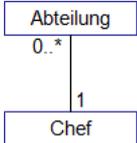
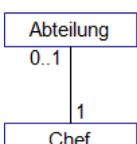
9.1.6.5. Kardinalität für Verknüpfungen zwischen Klassen

Der Begriff der Kardinalität ist im Bereich der Verknüpfungen von Klassen anders zu interpretieren als bei Datenelementen (siehe auch Kapitel 9.1.4). Bei Datenelementen bestimmt die Kardinalität die Verbindlichkeit des Datenelements. Für Verknüpfungen zwischen Klassen sagt die Kardinalität aus, in welcher Form die Datensätze einer Klasse mit den Datensätzen einer anderen Klasse in Beziehung stehen und welchen Grad der Verbindlichkeit die Relation zwischen zwei Klassen besitzt. Dabei sind die Werte, die eine Kardinalität für Verknüpfungen zwischen Klassen annehmen kann, die Gleichen wie für Datenelemente, sie sind jedoch anders zu interpretieren.

Kardinalität	Erklärung
1	Exakt eine Instanz der verknüpften Klasse muss mit jeder Instanz der verknüpfenden Klasse verbunden sein.
0..1	Keine oder exakt eine Instanz der verknüpften Klasse muss mit jeder Instanz der verknüpfenden Klasse verbunden sein.
0..*	Keine, eine oder viele Instanz(en) der verknüpften Klasse muss mit jeder Instanz der verknüpfenden Klasse verbunden sein.
1..*	Mindestens eine oder viele Instanz(en) der verknüpften Klasse muss mit jeder Instanz der verknüpfenden Klasse verbunden sein.

Beispiele zum besseren Verständnis der Kardinalitäten in Relationen:

Als Beispiel werden 2 Klassen (alle Abteilungen einer Firma und alle potentiellen Chefs) auf verschiedene, ausgewählte Arten miteinander in Beziehung gesetzt. Die Ausgestaltung der Kardinalitäten haben dabei entscheidenden Einfluss auf das Verständnis der Verknüpfung zwischen den beiden Klassen).

Verknüpfung	Erläuterung
 <pre> classDiagram class Abteilung class Chef Abteilung "1" -- "1" Chef </pre>	Die Klasse Abteilung (z.B. Tabelle aller Abteilungen) ist mit der Klasse Chef (z.B. Tabelle aller Chefs) verknüpft. Die Kardinalitäten sagen aus, dass genau eine Abteilung immer genau einen Chef haben muss. Im Umkehrschluss leitet jeder Chef genau eine Abteilung.
 <pre> classDiagram class Abteilung class Chef Abteilung "1" -- "1..*" Chef </pre>	Die Klasse Abteilung ist mit der Klasse Chef verknüpft. Die Kardinalitäten sagen aus, dass jeder Chef mindestens eine , aber auch mehrere Abteilungen leiten kann. Umgekehrt hat jede Abteilung genau einen Chef.
 <pre> classDiagram class Abteilung class Chef Abteilung "1" -- "0..*" Chef </pre>	Die Klasse Abteilung ist mit der Klasse Chef verknüpft. Die Kardinalitäten sagen hier aus, dass ein Chef keine, eine oder mehrere Abteilungen leiten kann (in der Tabelle aller möglichen Chefs finden sich u.U. auch welche, die aktuell keine Abteilung leiten). Umgekehrt hat jede Abteilung genau einen Chef.
 <pre> classDiagram class Abteilung class Chef Abteilung "1" -- "0..1" Chef </pre>	Die Klasse Abteilung ist mit der Klasse Chef verknüpft. Die Kardinalitäten sagen hier aus, dass ein Chef keine oder genau eine Abteilung leiten kann (in der Tabelle aller möglichen Chefs finden sich u.U. auch welche, die aktuell keine Abteilung leiten). Umgekehrt hat jede Abteilung genau einen Chef.



Die Klasse **Abteilung** ist mit der Klasse **Chef** verknüpft. Die Kardinalitäten sagen hier aus, dass ein Chef **mindestens eine** oder **mehrere** Abteilungen leitet, Umgekehrt hat eine Abteilung **mindestens einen** oder **mehrere** Chefs.

Anmerkung:

Durch die beiden 1-er ist festgelegt, dass es keine Abteilung ohne mindestens einen Chef und keinen Chef ohne mindestens eine Abteilung, die er leitet, gibt (klassische m:n-Verknüpfung).

Das S3000L-Datenmodell wurde von der Version 1.0 zur Version 1.1 dahingehend in seiner Lesbarkeit verbessert, dass die Darstellung der Relation zwischen 2 Klassen immer auch die verbindende Relationsklasse enthält. Der Grund liegt auch darin, dass eine Relationsklasse noch zusätzliche eigene Attribute enthalten kann, die die Relation selbst noch näher beschreiben.

In obigen Beispielen ist die Verbindungstabelle zwischen „Abteilung“ und „Chef“ ausgespart in einer Datenbank wäre sie jedoch vorhanden.

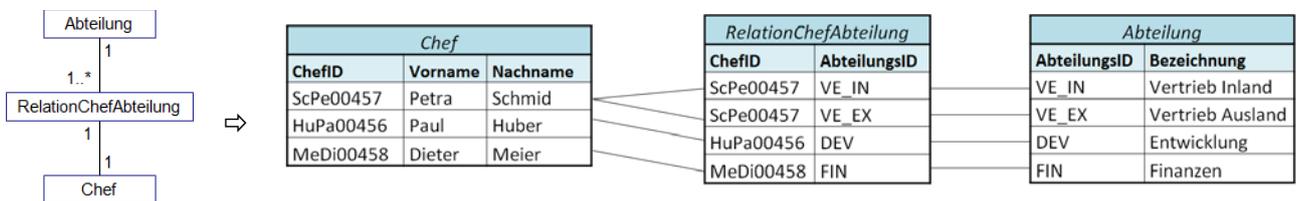


Abbildung 48: Verknüpfung mit Relationstabelle im UML-Modell und in Tabellendarstellung

In nachfolgendem Beispiel aus dem Datenmodell der S3000L ist die Relationstabelle ebenfalls sichtbar. Die Verknüpfung zwischen der Klasse *Contract* und der Klasse *ProductVariant* wird über die Relationstabelle *ContractedProductVariant* hergestellt.

Beispiel Association:

In einem Vertrag sind mindestens eine oder mehrere Produktvarianten enthalten, zu einer Produktvariante kann es im Umkehrschluss mindestens einen oder mehrere Verträge geben (eine **m:n** Relation).

Die Beziehung zwischen einem Vertrag und einer Produktvariante ist in diesem Fall über eine *Relationstabelle* (<<relationship>>) hergestellt. In der Relationstabelle muss mindestens ein oder mehrere Einträge (Kardinalität **1..***) aus der Klasse *Contract* und ebenso aus der Klasse *ProductVariant* vorhanden sein. Damit muss mindestens ein Datensatz in der Relationstabelle *ContractedProductVariant* verbindlich angelegt werden.

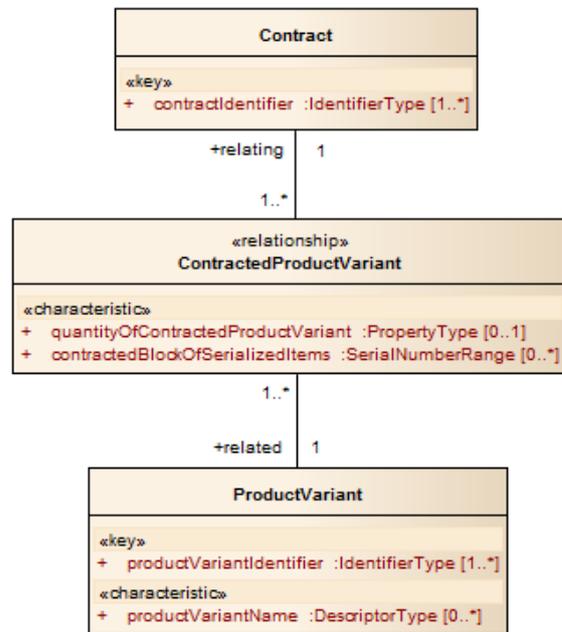


Abbildung 49: Relation Contract - ProductVariant

In nachfolgendem Beispiel aus dem Datenmodell der S3000L wird die Darstellung einer 1:n-Verknüpfung über eine Composition Aggregation mit entsprechender Kardinalität dargestellt:

Beispiel Composition Aggregation:

Zu einem Produkt existiert mindestens eine Produktvariante.

Die Beziehung zwischen einem Produkt und einer Produktvariante ist in diesem Fall über eine sog. *Composition Aggregation* hergestellt (eine 1:n Relation). Die Kardinalität **1..*** ist dabei die Information, welche die Relation zu einem *verbindlichen* Element macht ⇒ Zu einem Produkt existiert mindestens eine (1) oder mehrere (*) Produktvarianten. Damit wird die Befüllung von zumindest einem Datensatz in der Klasse *ProductVariant* verbindlich.

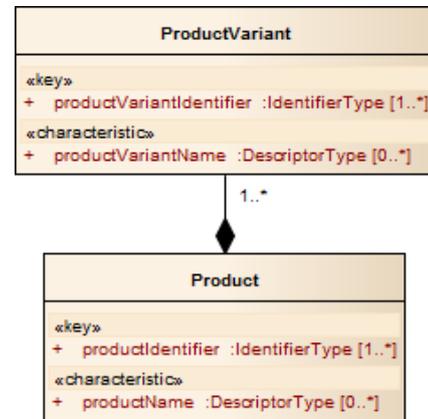


Abbildung 50: Relation Product - ProductVariant

9.1.6.6. Interface and realize relationship

Durch **Interface and realize relationship** werden Eigenschaften modelliert, die für mehrere Klassen in gleicher Art gelten. Im S3000L-Datenmodell beschränken sich diese Eigenschaften auf Datenelemente und Verknüpfungen zu anderen Klassen.

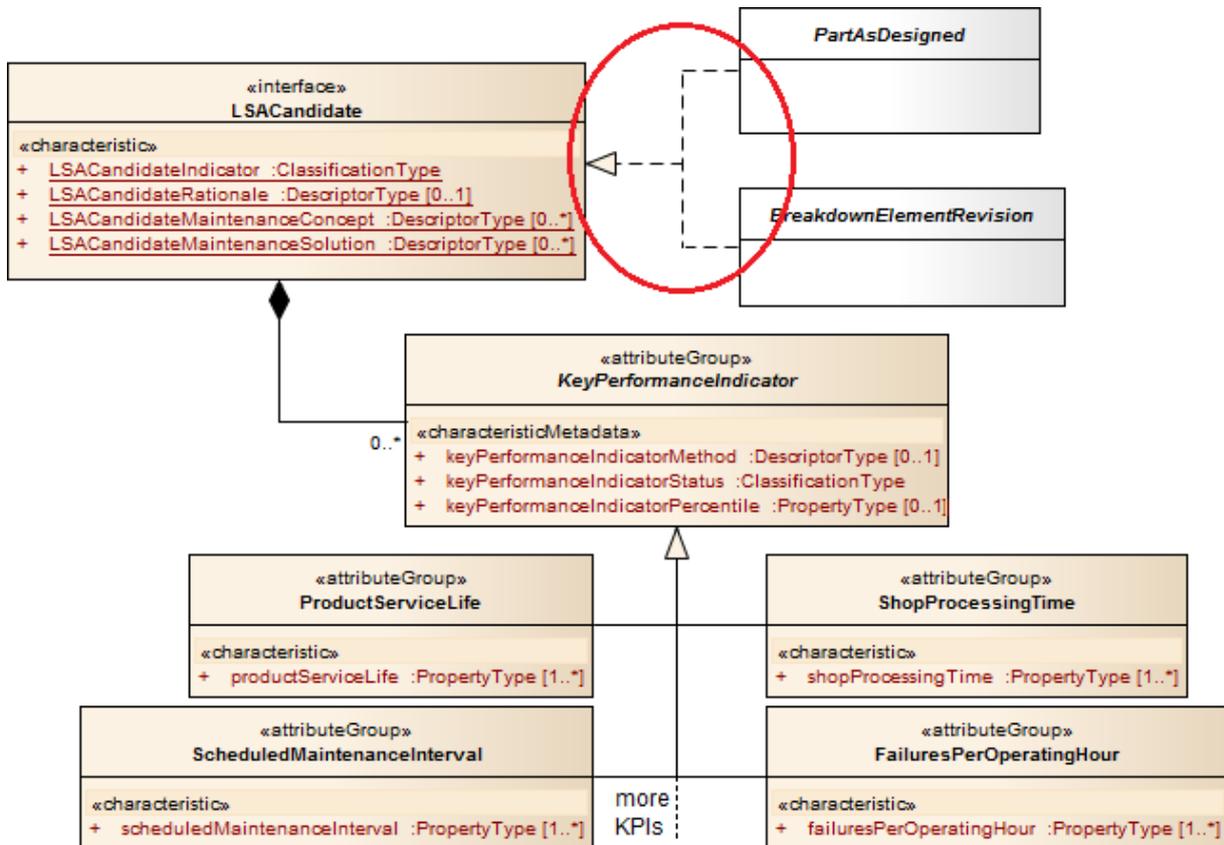


Abbildung 51: Interface and realize relationship

Der obige Ausschnitt der UoF **LSA Candidate** zeigt als Beispiel das Interface *LSACandidate*. Im Gegensatz zur einer **Generalization/Specialization** ist die Verbindungslinie gestrichelt dargestellt.

Die beiden Klassen *PartAsDesigned* und *BreakdownElementRevision* sind mit dem Interface *LSACandidate* verbunden. Das heißt konkret:

- Alle Attribute, die in der Interface-Klasse selbst definiert sind (in Abbildung 51 rot unterstrichen), sind als Attribute in die Klassen *PartAsDesigned* und *BreakdownElementRevision* vererbt. Das allein wäre jedoch eine einfache Generalization/Specialization.
- Alle weiteren Relationen, die mit der Interface-Klasse *LSACandidate* verknüpft sind, gelten ebenfalls für die mit dem Interface mittels **Interface and realize relationship** verbundenen Klassen.
 - In Abbildung 51 ist die attributeGroup *KeyPerformanceIndicator* in Form einer 1:n Verknüpfung mit den zugehörigen weiteren Generalization/Specialization-Klassen der KPIs selbst (z.B. *ProductServiceLife*, *ScheduledMaintenanceInterval*) verknüpft, d.h. alle Attribute der attributeGroup *KeyPerformanceIndicator* plus die daran hängenden KPIs müssen für die Klassen *PartAsDesigned* und *BreakdownElementRevision* entsprechend implementiert werden.
 - Weitere verknüpfte Klassen können hinzukommen, wenn das Interface *LSACandidate* noch in anderen UoF als Verknüpfungspunkt verwendet wird.

Durch das Element **Interface and realize relationship** können UML-Datenmodelle erheblich vereinfacht werden, denn das gesamte „Konstrukt“ (Attribute und beliebig komplexe Relationen) hinter einem Interface muss im Modell nur einmal dargestellt werden. Danach kann es über das Interface-Klassenobjekt beliebig oft mit anderen Klassen verknüpft werden. So ist z.B. das Interface *LSACandidate* noch in 4 weiteren UoF verwendet und mit anderen Klassen verbunden. Alle diese Verknüpfungen sind damit konsequent für die zum Interface *LSACandidate* zeigenden Klassen *PartAsDesigned* und *BreakdownElementRevision* im physikalischen Datenbankmodell zu realisieren.

9.2. Anhang B - Units of Functionality

In diesem Anhang werden die einzelnen Units of Functionality des S3000L-Datenmodells erläutert. Der Schwerpunkt liegt dabei im Verständnis des fachlichen Inhaltes der UoF und der Identifikation der Datenelemente aus dem S3000L-Datenmodell, welche als Mindestansatz in der Kern-LSA für die Bundeswehr (siehe auch Zusammenfassung in Kapitel 5.3) gefordert werden. In den Tabellen mit den Datenelementen erfolgt die Angabe der Relevanz für die Kern-LSA der Bundeswehr. Dabei gilt:

- verbindlich (Datenelement ist grundsätzlich zu fordern)
- konditional (Datenelement kann unter bestimmten Voraussetzungen verbindlich sein)
- optional (Datenelement kann projektspezifisch zusätzlich ausgewählt werden)

Bezüglich der IT-technischen Umsetzung sind die erforderlichen Grundlagen bereits in Anhang A - das S3000L-Datenmodell, erläutert. Sind spezielle IT-technische Besonderheiten innerhalb einzelner UoF zu beachten, werden sie dort erklärt.

9.2.1. Die UoF Product and Project

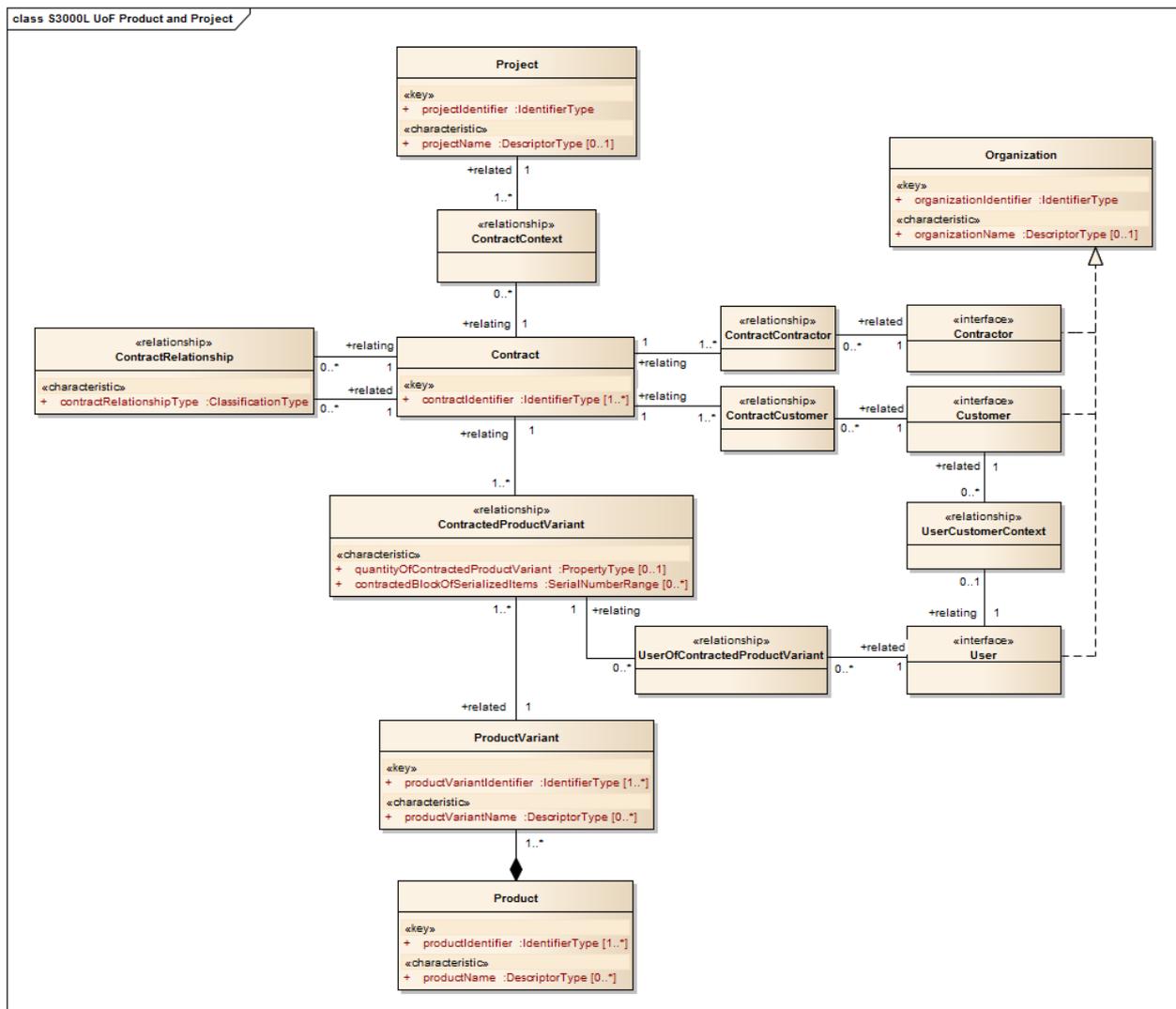


Abbildung 52: UML-Darstellung der UoF Product and Project

In der UoF **Product and Project** wird das generelle Projektumfeld definiert. Dazu gehört:

- Definition des Projekts
- Definition des zu betrachtenden Produkts und der zugehörigen Produktvarianten
- Beteiligte Organisationen/Firmen
- Definition des Vertragsumfelds

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Definition des Projekts über einen Identifier	Das Projekt ist der initiale Startpunkt und damit das Basiselement auf der höchsten Ebene (<ROOT>- Element) in der LSA-Datenbank.
Definition von Produkt und Produktvarianten	Produkt und Produktvarianten sind die Ausgangspunkte der Produktaufbrüche. Siehe auch UoF Breakdown Structure , dort findet sich das zugehörige Interface als verbindlich erforderlicher „Startpunkt“ jeglichen Produktaufbruchs.
Definition der beteiligten Organisationen bzw. Firmen	Wird benötigt zum Aufbau einer Library aller Gerätehersteller mit Identifier (z.B. NATO Supply Code for Manufacturer (NSCM)) und Herstellername.
Angabe einer VertragsID als Minimum-Information, was die eigentliche Grundlage des Projekts ist	Ist erforderlich als verbindendes Element zwischen einem Projekt und den damit verbundenen Produkten bzw. Produktvarianten.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Product and Project** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>Project</i>	<i>projectIdentifier</i>	verbindlich
<i>Project</i>	<i>projectName</i>	optional
<i>Organization</i>	<i>organizationIdentifier</i>	verbindlich
<i>Organization</i>	<i>organizationName</i>	verbindlich
<i>Contract</i>	<i>contractIdentifier</i>	verbindlich
<i>ContractRelationship</i> ^{RC}	<i>contractRelationshipType</i>	optional
<i>ContractedProductVariant</i> ^{RC}	<i>quantityOfContractedProductVariant</i>	optional
<i>ContractedProductVariant</i>	<i>contractedBlockOfSerializedItems</i>	optional
<i>Product</i>	<i>productIdentifier</i>	verbindlich
<i>Product</i>	<i>productName</i>	verbindlich
<i>ProductVariant</i>	<i>productVariantIdentifier</i>	verbindlich
<i>ProductVariant</i>	<i>productVariantName</i>	verbindlich
^{RC} = relationship class		

9.2.2. Die UoF Product Usage Context

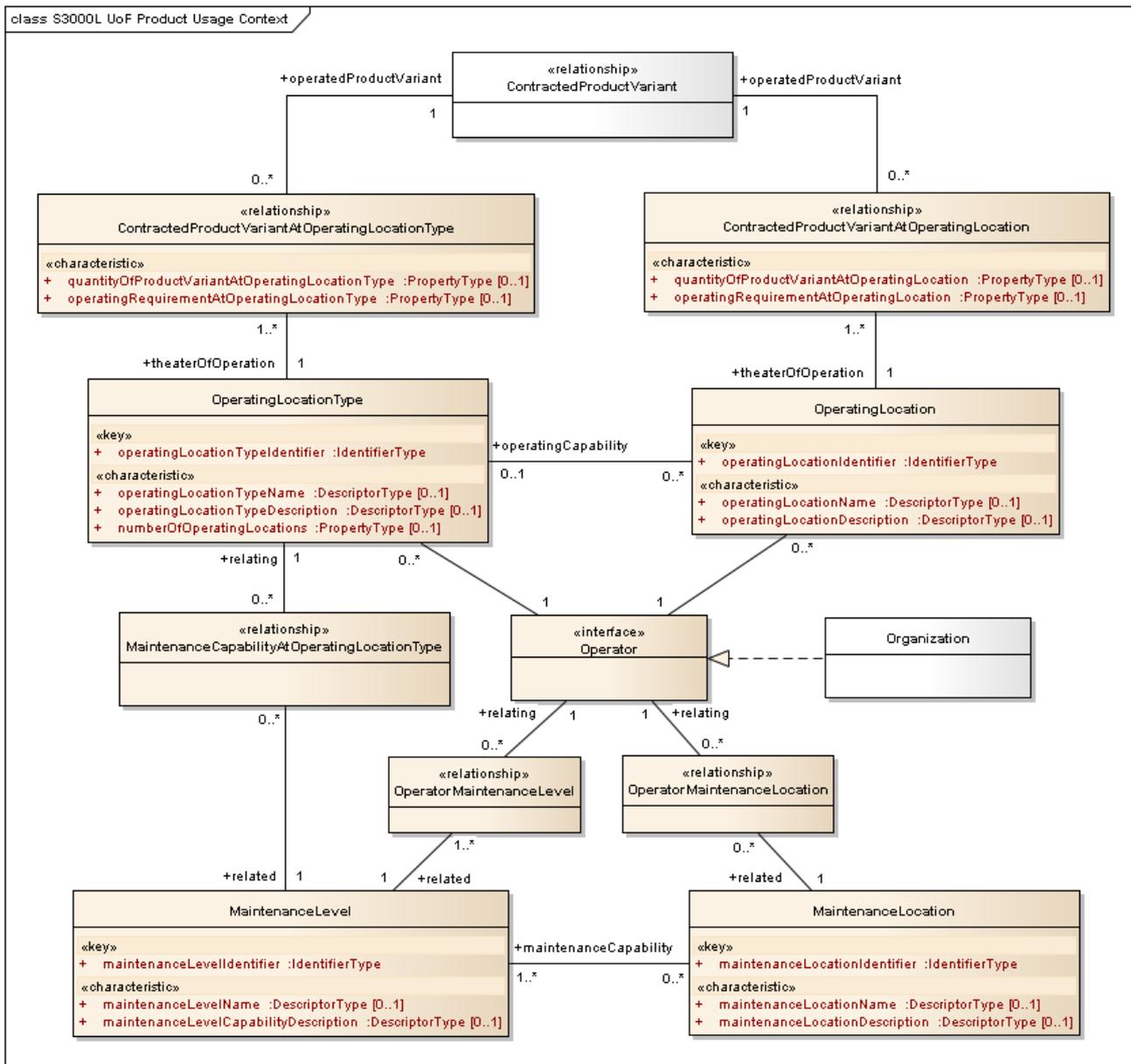


Abbildung 53: UML-Darstellung der UoF Product Usage Context

In der UoF **Product Usage Context** wird vereinfacht das Nutzungs- und Unterstützungsszenario definiert. Dazu gehört:

- Definition der Instandhaltungsstufen (maintenance level) und der Instandhaltungseinrichtungen (maintenance location)
- Definition der Standorte, d.h. Standorttyp (operating location type) und konkreter Standort (operating location), an denen das zu untersuchende Produkt betrieben wird
- Zuordnung der Produktflotte zu den einzelnen Standorten/Standorttypen
- Festlegung der Nutzungsrate (z.B. Betriebsstunden pro Jahr) pro Standort/Standorttyp

Die vollständige Beschreibung eines Nutzungs- und Unterstützungsszenario ist später bei der Klassifizierung der identifizierten Tätigkeiten (Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz) hilfreich, denn damit können Tasks ihrer Instandhaltungsstufe als auch ihrem konkreten Durchführungsort zugewiesen werden.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Definition der Instandhaltungsstufen mit Identifier und Name	Ohne Definition der Instandhaltungsstufen ist eine Auswertung der LSA-Daten bzgl. des zu erwartenden Aufwands für Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz in Einrichtungen der Bundeswehr als auch bei industriellen Partnern nicht möglich.
Falls Geräteinstandsetzung bei der Bundeswehr durchgeführt wird, sind die Fähigkeiten auf den entsprechenden Instandhaltungsstufen zu beschreiben.	Ohne diese Beschreibung ist die Zuordnung von Tasks zu den entsprechenden Instandhaltungsstufen nicht möglich.
Identifikation aller Instandhaltungsstandorte des Produktbetreibers mit Identifier und Name	Ohne Definition der Instandhaltungsstandorte ist eine vollständige Einschätzung der Instandhaltungsfähigkeiten auf Seiten der Bundeswehr nicht möglich.
Falls Betriebsstandorte der betrachteten Produkte beschrieben werden sollen, ist der entsprechende Identifier, der Name und die Beschreibung der Nutzungsanforderungen als minimale Information verbindlich.	Werden im Nutzungsszenario Betriebsstandorte erfasst und beschrieben, so ist die Beschreibung der Nutzungsanforderungen an das Produkt am jeweiligen Standort (z.B. besondere Nutzungsbedingungen, Erreichbarkeit, Witterungsbedingungen) ein wesentlicher Teil des Nutzungsszenarios.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Product Usage Context** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>MaintenanceLevel</i>	<i>maintenanceLevelIdentifier</i>	verbindlich
<i>MaintenanceLevel</i>	<i>maintenanceLevelName</i>	verbindlich
<i>MaintenanceLevel</i>	<i>maintenanceLevelCapabilityDescription</i>	konditional
<i>MaintenanceLocation</i>	<i>maintenanceLocationIdentifier</i>	verbindlich
<i>MaintenanceLocation</i>	<i>maintenanceLocationName</i>	verbindlich
<i>MaintenanceLocation</i>	<i>maintenanceLocationDescription</i>	optional
<i>OperatingLocationType</i>	<i>operatingLocationTypeIdentifier</i>	optional
<i>OperatingLocationType</i>	<i>operatingLocationTypeName</i>	optional
<i>OperatingLocationType</i>	<i>operatingLocationTypeDescription</i>	optional
<i>OperatingLocation</i>	<i>operatingLocationIdentifier</i>	konditional
<i>OperatingLocation</i>	<i>operatingLocationName</i>	optional
<i>OperatingLocation</i>	<i>operatingLocationDescription</i>	optional
<i>OperatingLocation</i>	<i>numberOfOperatingLocations</i>	optional
<i>ContractedProductVariantAt-OperatingLocationType^{RC}</i>	<i>quantityOfProductVariantAtOperatingLocationType</i>	optional
<i>ContractedProductVariantAt-OperatingLocationType^{RC}</i>	<i>operatingRequirementAtOperatingLocationType</i>	optional
<i>ContractedProductVariantAt-OperatingLocation^{RC}</i>	<i>quantityOfProductVariantAtOperatingLocation</i>	optional
<i>ContractedProductVariantAt-OperatingLocation^{RC}</i>	<i>operatingRequirementAtOperatingLocation</i>	konditional

^{RC} = relationship class

9.2.3. Die UoF Breakdown Structure

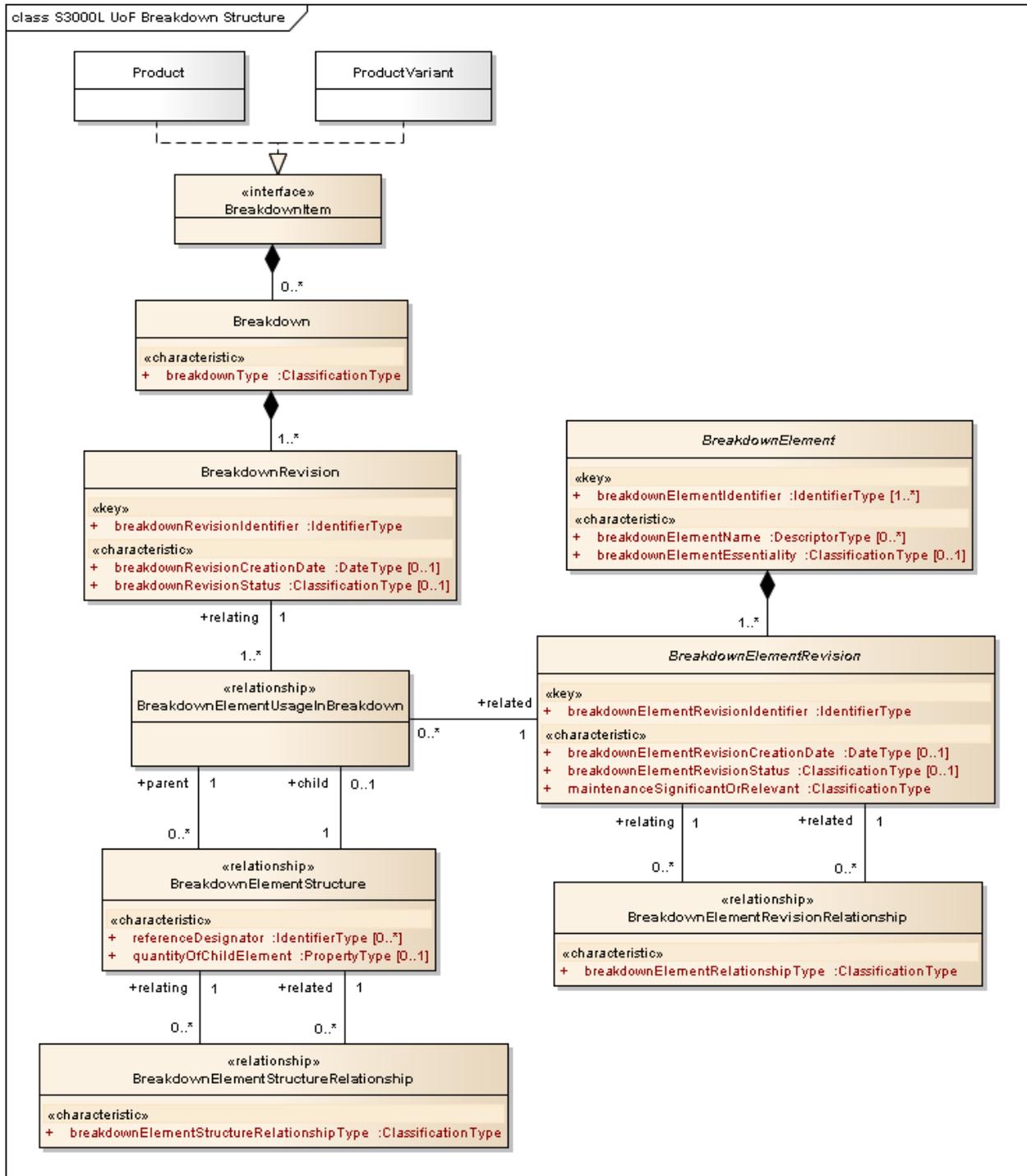


Abbildung 54: UML-Darstellung der UoF Breakdown Structure

In der UoF **Breakdown Structure** wird der Produktaufbruch definiert. Unter Produktaufbruch ist die Unterteilung des Produkt in logische Strukturen zu verstehen, wobei die Kriterien, welche Komponenten des Produkts in welche logischen Gruppen zusammengefasst werden, abhängig von der Art des Aufbruchs (\Rightarrow `breakdownType`) sind. Zum Produktaufbruch gehört:

- Festlegung der Art des Aufbruchs (physikalisch, funktional, hybrid, etc...)

- Fortschreibung des Aufbruchs über längere Projektzeiträume und Festlegung von Aufbruchversionen (Revisions), getrieben durch den Entwicklungsfortschritt
- Festlegung der Aufbruchselemente und der zugehörigen Aufbruchselement-Typen (Hardware, Software, Aggregated und Zone, siehe auch Kapitel 9.2.5, Kapitel 9.2.6 und Kapitel 9.2.7
- Festlegung einer Versionierung von Aufbruchselementen (Breakdown Element Revisions), getrieben durch den Entwicklungsfortschritt
- Festlegung der strukturierenden Beziehungen (Parent/Child-Relationen) der Aufbruchselemente untereinander (Aufbruchselement A ist Bestandteil von Aufbruchselement B)
- Festlegung von zusätzlichen Beziehungen der Aufbruchselemente untereinander (z.B. Aufbruchselement A ist verbaut hinter einem Deckel, repräsentiert durch Aufbruchselement B)

Anmerkung:

Der Produktaufbruch mit Hilfe von Aufbruchselementen enthält noch keine Informationen, welche konkrete Hardware/Software an einer bestimmten Stelle im Produkt verbaut ist. Diese Information wird durch die UoF Breakdown Element Realization zur Information des Aufbruchselements hinzugefügt. Das Aufbruchselement kann als Platzhalter für eine konkrete Hardware/Software, sprich als „Einbauort“ betrachtet werden. Die konkret verbaute Hardware/Software wird in der S3000L dann als „Realization“ beschrieben.

Anmerkung:

Der engl. Begriff der „Revision“ ist in der Form zu verstehen, dass zu den „revisierten“ Elementen (z.B. Aufbruchselemente, Tasks, Task Requirements) verschiedene Versionen basierend auf dem Entwicklungsfortschritt des Elements existieren können (Version 1, Version 2, ..., Version n). Der Begriff Revision ist in diesem Fall nicht im Kontext einer prüfenden Wiederdurchsicht zu verstehen (siehe auch Kapitel 8.1).

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Verknüpfung eines Produkts/einer Produktvariante mit mindestens einem Aufbruch und mindestens einer ersten Aufbruchversion	Ein Produkt/eine Produktvariante ist der Startpunkt (das <ROOT>-Element) eines jeden Produktaufbruchs.
Identifikation der Aufbruchselemente mit mindestens einer Aufbruchselement-Version	Aufbruchselemente sind die unverzichtbaren Objekte einer einbauortbezogenen Aufbruchmethode zum Aufbau eines Hybridaufbruchs.
Aufbau der Parent/Child Beziehung der Aufbruchselemente untereinander plus Zuordnung zum Gesamtaufbruch	Ermöglicht die Erstellung der Aufbruchsstruktur und die Zuordnung der Aufbruchselemente zur jeweiligen Version des gesamten Aufbruchs.
Bestimmung der Bedeutsamkeit (essentiality) eines Aufbruchselements für die Funktionalität des Gesamtprodukts	Datenelement erforderlich zur Erstellung einer Liste des minimal erforderlichen Equipments im Produkt ⇒ Minimum Equipment List (MEL), z.B. zur Missionserfüllung (Use Case ist projektspezifisch festzulegen).

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Breakdown Structure** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
Breakdown	breakdownType	verbindlich
BreakdownRevision	breakdownRevisionIdentifier	verbindlich
BreakdownRevision	breakdownRevisionCreationDate	optional
BreakdownRevision	breakdownRevisionStatus	optional
BreakdownElement	breakdownElementIdentifier	verbindlich
BreakdownElement	breakdownElementName	verbindlich

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>BreakdownElement</i>	<i>breakdownElementEssentiality</i>	verbindlich
<i>BreakdownElementRevision</i>	<i>breakdownElementRevisionIdentifier</i>	verbindlich
<i>BreakdownElementRevision</i>	<i>breakdownElementRevisionCreationDate</i>	optional
<i>BreakdownElementRevision</i>	<i>breakdownElementRevisionStatus</i>	optional
<i>BreakdownElementRevision</i>	<i>maintenanceSignificantOrRelevant</i>	optional
<i>BreakdownElementStructure</i> ^{RC}	<i>referenceDesignator</i>	optional
<i>BreakdownElementStructure</i> ^{RC}	<i>quantityOfChildElement</i>	verbindlich
<i>BreakdownElementStructure-Relationship</i> ^{RC}	<i>breakdownElementStructureRelationshipType</i>	optional
<i>BreakdownElementRevision-Relationship</i> ^{RC}	<i>breakdownElementRelationshipType</i>	optional

^{RC} = relationship class

9.2.4. Die UoF Part Definition

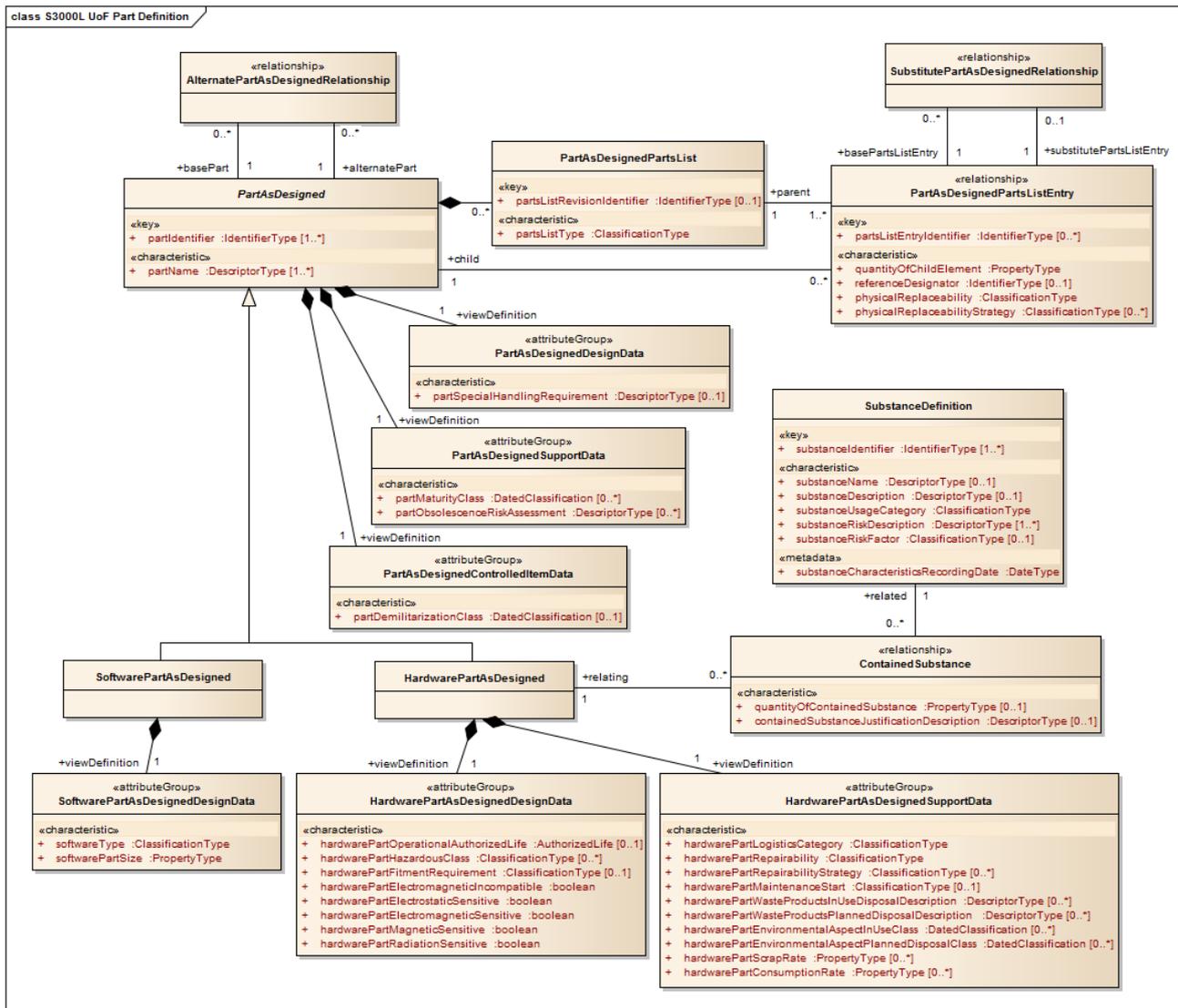


Abbildung 55: UML-Darstellung der UoF Part Definition

In der UoF **Part Definition** werden die konkreten Teile/Komponenten des Produkts selbst und die konkreten Teile/Komponenten im Support-Umfeld des Produkts (z.B. Werkzeug oder Verbrauchsmaterial, bis hin zu größerer Infrastruktur, z.B. Hangar, Waschhalle oder Werkstatt) definiert und deren Eigenschaften durch zusätzliche Attribute näher beschrieben. Dazu gehört:

- Identifikation eines „Teils“ (part)
- Unterscheidung zwischen Hardware und Software
- Identifikation von Alternativteilen
- Aufbau von Teilleisten, soweit im LSA-Prozess gefordert (inkl. der Identifikation von Ersatzkomponenten für eine ursprünglich im Teil verbaute Komponente ⇒ Substitute)
- Umweltverträglichkeitsanalyse durch Identifikation von verwendeten Materialien (inkl. deren Eigenschaften, bzw. deren Risiken) und Zuordnung der Materialien zum Teil in Art und Menge

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Identifikation des Teils mit Identifier, Name und Hersteller	Jedes relevante Hardware- oder Software-Teil muss mit mindestens einem Identifier und einem Namen in der LSA als Minimalinformation angelegt sein. Der Hersteller wird durch die Vergabe eines Identifiers mit identifiziert.
Spezialisierung in Hardware und Software	Jedes Teil braucht die Unterscheidung in Hardware oder Software, um die jeweils relevanten Attribute auf die Spezialisierung einschränken zu können.
Kategorisierung der Teile (z.B. Ersatzteil, Werkzeug, Verbrauchsmaterial)	Ermöglicht die Auswertung der LSA-Daten zur Feststellung des Bedarfs an spezifischen Ressourcen (z.B. eine Auswertung zum Erstellen einer Werkzeugliste).
Gefahrenklassen bzgl. Handling des Teils	Erforderlich zur Bewertung der Risiken beim Handling des entsprechenden Teils.
Lebenszeitbegrenzungen	Erforderliche Information zur Identifikation von Zeitwechselteilen.
Information über die Instandsetzbarkeit des Teils	Erforderliche Information zur Bewertung der Möglichkeit der Instandsetzung in der Truppe.
Information über erforderliche Konfektionierung eines Teils vor dem Einbau	Konfektionierung eines Teils vor dem Einbau ist Bestandteil der zugehörigen Instandsetzungsmaßnahme und muss dokumentiert werden.
Informationen über die Sensitivität einer Teils bzgl. Strahlung, elektrischer Felder oder Magnetismus	Erforderliche Information, um die fachgerechte Handhabung von sensiblen Teilen sicherzustellen. Dies reduziert das Risiko von Missionsausfall oder wirtschaftlichen Schäden.
Information bzgl. der Anforderungen zur Demilitarisierung eines Teils (Bundeswehr-spezifisch relevant)	Bei der Aussonderung von Wehrmaterial muss bekannt sein, ob Maßnahmen ergriffen werden müssen, um das auszusondernde Material für eine weitere militärische Nutzung unbrauchbar zu machen.
Informationen zur Erst- bzw. Folgebewertung von Ersatzteilen	Informationen über die Anteile an Gerätetausch, u.U. mit anschließendem Entsorgen des nicht mehr instandsetzbaren Geräts werden erforderlich, falls diese Informationen aus der LSA zur Berechnung einer Ersatzteilmenge (initial oder im bereits laufenden Betrieb) für einen bestimmten Zeitraum herangezogen werden sollen.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Part Definition** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>PartAsDesigned</i>	<i>partIdentifier</i>	verbindlich
<i>PartAsDesigned</i>	<i>partName</i>	verbindlich
<i>PartAsDesignedPartsList</i>	<i>partsListRevisionIdentifier</i>	optional
<i>PartAsDesignedPartsList</i>	<i>partsListType</i>	optional
<i>PartAsDesignedPartsListEntry</i> ^{RC}	<i>partsListEntryIdentifier</i>	optional
<i>PartAsDesignedPartsListEntry</i> ^{RC}	<i>quantityOfChildElement</i>	konditional
<i>PartAsDesignedPartsListEntry</i> ^{RC}	<i>referenceDesignator</i>	optional
<i>PartAsDesignedPartsListEntry</i> ^{RC}	<i>physicalReplaceability</i>	optional
<i>PartAsDesignedPartsListEntry</i> ^{RC}	<i>physicalReplaceabilityStrategy</i>	optional
<i>PartAsDesignedDesignData</i>	<i>partSpecialHandlingRequirement</i>	optional
<i>PartAsDesignedSupportData</i>	<i>partMaturityClass</i>	optional
<i>PartAsDesignedSupportData</i>	<i>partObsolescenceRiskAssessment</i>	konditional
<i>PartAsDesignedControlledItemData</i>	<i>partDemilitarizationClass</i>	verbindlich
<i>SoftwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>softwareType</i>	optional
<i>SoftwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>softwareSize</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartOperationsAuthorizedLife</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartHazardousClass</i>	verbindlich

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartFitmentRequirement</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartElectromagneticIncompatible</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartElectrostaticSensitive</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartElectromagneticSensitive</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartMagneticSensitive</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedDesignData</i>	<i>hardwarePartRadiationSensitive</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartLogisticsCategory</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartRepairability</i>	verbindlich
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartRepairabilityStrategy</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartMaintenanceStart</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartWasteProductsInUseDisposal-Description</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartWasteProductsPlannedDisposal-Description</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartEnvironmentalAspectInUseClass</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartEnvironmentalAspectPlanned-DisposalClass</i>	optional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartScrapRate</i>	konditional
<i>HardwarePartAsDesignedSupportData</i>	<i>hardwarePartConsumptionRate</i>	konditional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceIdentifier</i>	optional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceName</i>	optional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceDescription</i>	optional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceUsageCategory</i>	optional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceRiskDescription</i>	optional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceRiskFactor</i>	optional
<i>SubstanceDefinition</i>	<i>substanceCharacteristicsRecordingDate</i>	optional
<i>ContainedSubstance^{RC}</i>	<i>quantityOfContainedSubstance</i>	optional
<i>ContainedSubstance^{RC}</i>	<i>containedSubstanceJustificationDescription</i>	optional

^{RC} = relationship class

9.2.5. Die UoF Breakdown Element Realization

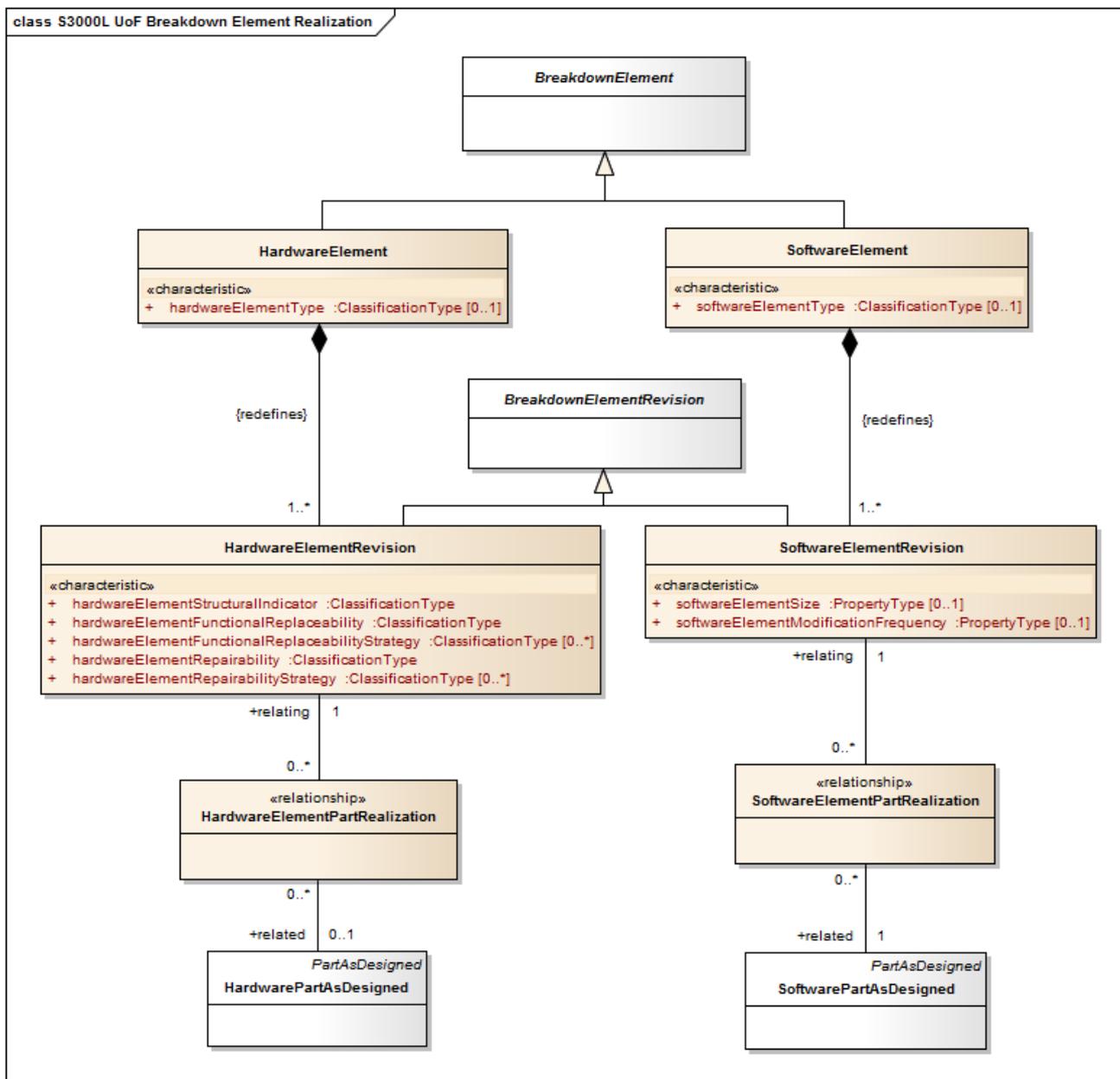


Abbildung 56: UML-Darstellung der UoF Breakdown Element Realization

In der UoF **Breakdown Element Realization** werden die konkreten Teile/Komponenten des Produkts aus der UoF **Part Definition** mit den Aufbruchselementen aus der UoF **Breakdown Structure** verknüpft. Die Aufbruchselemente, die einen Einbauort für Hardware oder für Software repräsentieren, werden dabei mit konkreten Komponenten (Hardware oder Software) „befüllt“.

Es wird berücksichtigt, dass ein Aufbruchselement in mehreren Versionen vorliegen kann. In diesem Fall können die jeweils gültige Hardware- oder Softwareteile aus der UoF **Part Definition** mit der jeweiligen Version des Aufbruchselements verknüpft werden.

Ein Aufbruchselement wird zusätzlich noch weiter spezialisiert in Hardware-Elemente und Software-Elemente. Die beiden unterschiedlichen Spezialisierungen werden konsequent mit den jeweiligen Spezialisierungen eines konkreten Teils aus der UoF **Part Definition** verknüpft, sodass ein Hardware-Aufbruchselement immer mit einem Hardware-Part und ein Software-Aufbruchselement im-

mer mit einem Software-Part verknüpft wird. Diese saubere Unterteilung ist durch entsprechende Funktionalität in einer LSA DV-Anwendung sicherzustellen.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

<i>Information/Daten</i>	<i>Begründung</i>
Klassifizierung eines Hardware- bzw. Software-Aufbruchselements	Erforderlich zur weiteren Spezialisierung, um welche Art von Bauteil es sich handelt
Identifikation von Strukturbauteilen und deren Relevanz für vorbeugende Instandhaltung	Alle relevanten Strukturbauteile für die Strukturanalyse müssen im Rahmen der Ermittlung der planbaren Instandhaltung (z.B. nach S4000P) bekannt sein.
Information über Austauschbarkeit eines Teils an seinem Einbauort (LRU/SRU)	Erforderliche Information bzgl. der Zugänglichkeit zum entsprechenden Aufbruchselement (direkter Ausbau möglich oder Ausbau erst möglich durch vorherigen Ausbau einer übergeordneten Komponente)

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Anmerkung:

Information über Instandsetzbarkeit gibt es im S3000L-Datenmodell sowohl auf der Ebene des Teils (hardwarePartRepairability, hardwarePartRepairabilityStrategy), als auch auf der Ebene des Hardware-Aufbruchselements im Kontext des Einbauorts (hardwareElementRepairability, hardwareElementRepairabilityStrategy). Die Information in Verbindung mit einem Hardware-Aufbruchselements ist nur dann relevant, wenn das betroffene Teil nicht ausbaubar ist, d.h. im Falle eines Fehlers in eingebautem Zustand instandgesetzt werden müsste.

Liste der Datenelemente der UoF **Breakdown Element Realization** und deren Relevanz:

<i>Klasse</i>	<i>Datenelement</i>	<i>Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr</i>
<i>HardwareElement</i>	<i>hardwareElementType</i>	verbindlich
<i>SoftwareElement</i>	<i>softwareElementType</i>	verbindlich
<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementStructuralIndicator</i>	verbindlich
<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementFunctionalReplaceability</i>	verbindlich
<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementFunctionalReplaceabilityStrategy</i>	verbindlich
<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementFunctionalRepairability</i>	optional
<i>HardwareElementRevision</i>	<i>hardwareElementFunctionalRepairabilityStrategy</i>	optional
<i>SoftwareElementRevision</i>	<i>softwareElementSize</i>	optional
<i>SoftwareElementRevision</i>	<i>softwareElementModificationFrequency</i>	optional

9.2.6. Die UoF Breakdown Zone Element

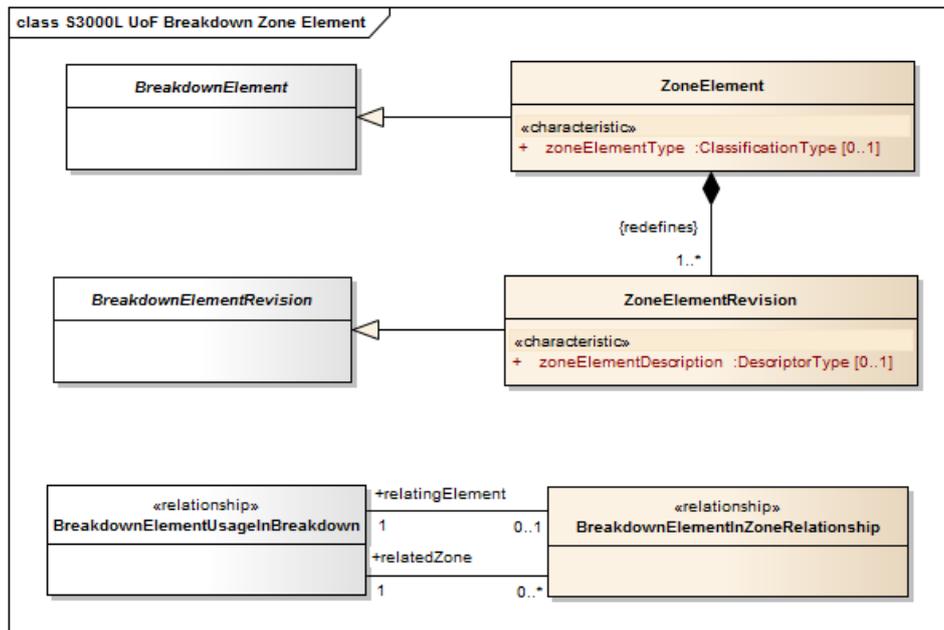


Abbildung 57: UML-Darstellung der UoF Breakdown Zone Element

In der UoF **Breakdown Zone Element** wird das spezielle Aufbruchselement Zone näher beschrieben. Eine Zone wird genutzt um ganze Einbaubereiche innerhalb des betrachteten Produkts näher zu beschreiben. So kann das Aufbruchselement einer Zone mit allen Aufbruchselementen verknüpft werden, die in dieser Zone verbaut sind. Zu diesem Zweck dient die Relationsklasse *Breakdown-ElementInZoneRelationship*. Eine solche Information kann z.B. zur Definition einer Zoneninspektion genutzt werden. Die Aufbruchselemente aller Zonen werden im Produktaufbruch i.d.R. innerhalb eines speziell dafür vorgesehenen Systems angelegt. Die Spezialisierung eines Aufbruchselements als Zonelement ist durch entsprechende Funktionalität in einer LSA DV-Anwendung sichtbar zu machen.

Die UoF **Breakdown Zone Element** enthält keine Elemente, welche der Kern-LSA zuzuordnen wären.

Liste der Datenelemente der UoF **Breakdown Zone Element** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
ZoneElement	zoneElementType	optional
ZoneElementRevision	zoneElementDescription	optional

9.2.7. Die UoF Breakdown Aggregated Element

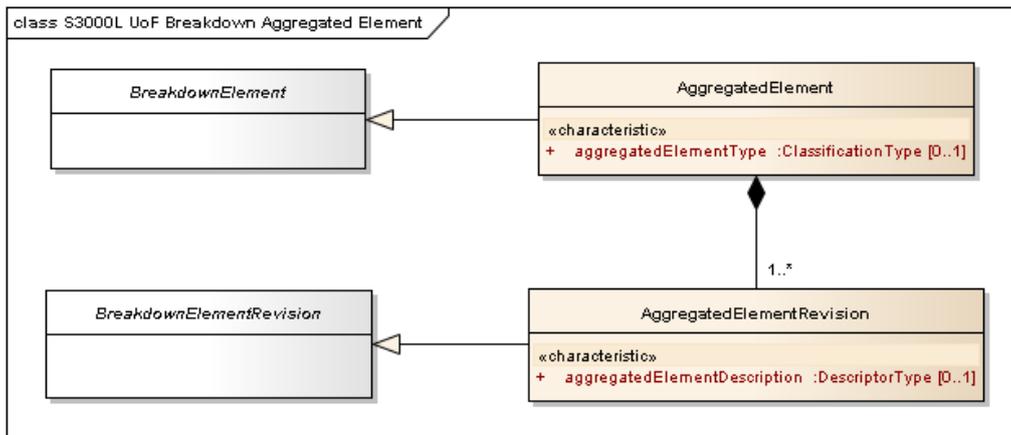


Abbildung 58: UML-Darstellung der UoF Breakdown Aggregated Element

In der UoF **Breakdown Aggregated Element** wird ein spezielles Aufbruchselement eingeführt, mit dem logische Gruppierungen von Hardware-, Software- und Zonen-Aufbruchselementen ermöglicht werden. Eine solche logische Gruppierung kann:

- funktionaler Art sein, d.h. das Produkt wird in seine funktionalen Systeme (z.B. Kraftstoffsystem), Subsysteme (z.B. Kraftstoffverteilung), etc..., unterteilt. Dieser Ansatz ist sinnvoll bei einem Hybrid-Aufbruch (bevorzugt genutzt im Rahmen eines ILS/LSA-Prozesses).
- physikalischer Art sein, d.h. das Produkt wird in seine Baugruppen (z.B. Flügel), Unterbaugruppen (z.B. Flügel links, Flügel rechts), etc..., unterteilt. Dieser Ansatz ist sinnvoll bei einem rein physikalischen Aufbruch (z.B. genutzt für produktionsorientierte Aufbrüche).

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Klassifizierung eines Aggregated-Aufbruchselements	Erforderlich zum grundlegenden Verständnis des Produktaufbruchs, z.B. zur logischen Gruppierung eines Produkts in Systeme/Subsysteme oder in Baugruppen/Unterbaugruppen.

Liste der Datenelemente der UoF **Breakdown Aggregated Element** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
AggregatedElement	aggregatedElementType	verbindlich
AggregatedElementRevision	aggregatedElementDescription	optional

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Anmerkung:

Die Spezialisierung eines Aufbruchselements als Aggregated-Element inkl. der Unterscheidung der verschiedenen Typen (Systeme, Subsysteme, Baugruppen, etc...) ist durch entsprechende Funktionalität in einer LSA DV-Anwendung sichtbar zu machen.

9.2.8. Die UoF Product Design Configuration

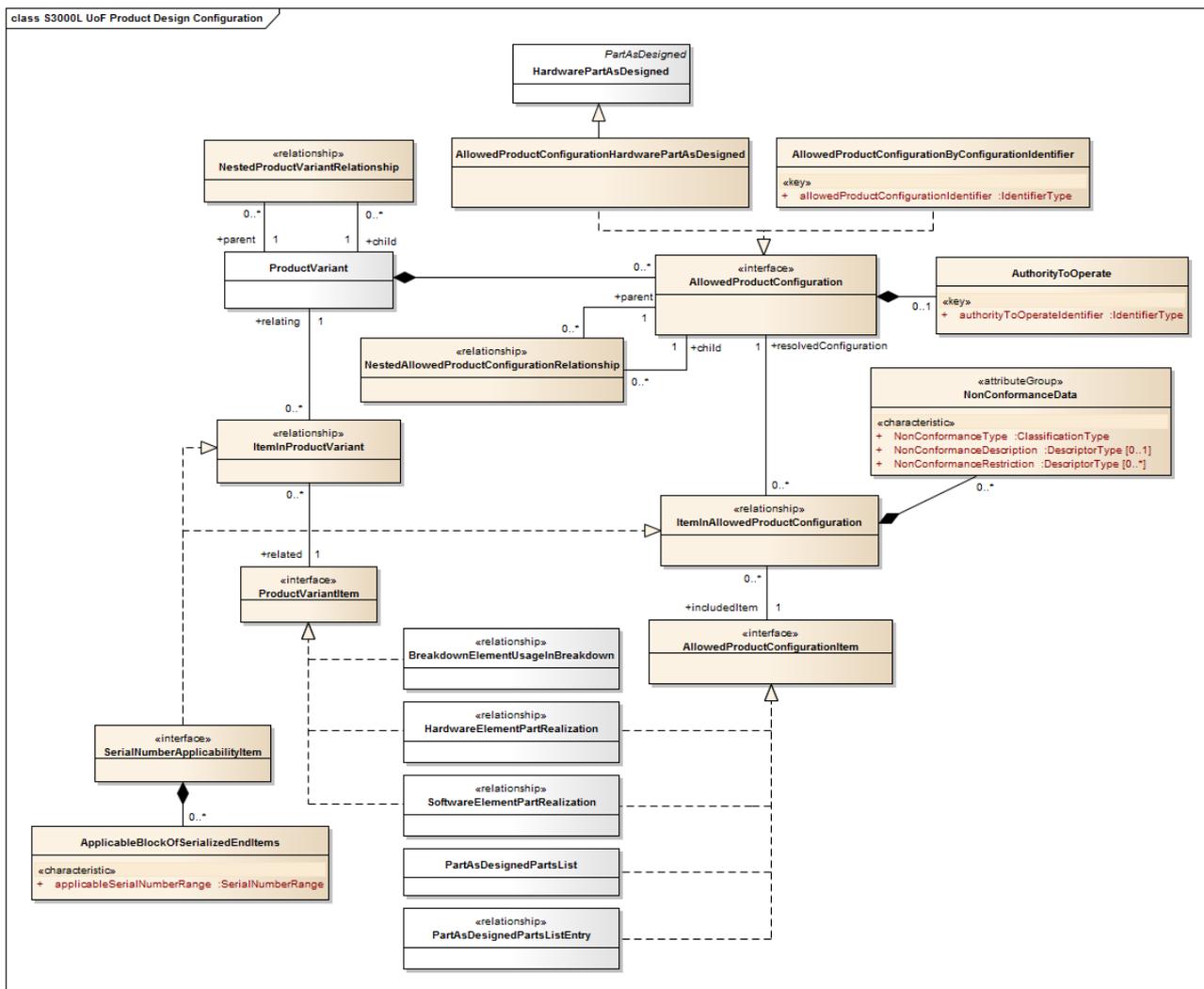


Abbildung 59: UML-Darstellung der UoF Product Design Configuration

In der UoF **Product Design Configuration** wird die Konfiguration einer Produktvariante definiert. Für den Fall, dass der Produktaufbruch nicht auf der Ebene der Produktvariante, sondern auf der Ebene des Produkts startet, ermöglicht diese UoF die Zuordnung verschiedener Elemente aus dem Produktaufbruch zu entsprechenden Produktvarianten. Dabei gilt es zu unterscheiden zwischen der Definition einer Konfiguration einer Produktvariante auf der Ebene der „as designed“ Konfigurationen (linke Seite der UoF) oder auf der Ebene „as operated“ (rechte Seite der UoF).

„As designed“-Konfigurationen:

Die Verwendung der linken Seite der UoF **Product Design Configuration** entspricht in etwa dem Ansatz des US-MIL-STD 1388-2A/B (bzw. dem aktuelleren US-Standard GEIA-0007), in dem die Zuordnung von Usable on Codes (UoC) zu Aufbruchselementen erfolgt, die mit Logistic Control Number (LCN) plus Alternate Logistic Control Number (ALC) definiert wurden. Im S3000L-Datenmodell werden den Produktvarianten (Klasse *ProductVariant*) über die Relationsklasse *ItemInProductVariant* und das Interface *ProductVariantItem* die zugehörigen Objekte zugewiesen. Diese sind:

- Aufbruchselemente (über die Relationsklasse *BreakdownElementUsageInBreakdown*)
- Hardware-Realizations (über die Relationsklasse *hardwareElementPartRealization*)
- Software-Realizations (über die Relationsklasse *softwareElementPartRealization*)

„As operated“-Konfigurationen:

Ergänzend zu den Optionen der linken Seite der UoF können über die Definition von „erlaubten“ Produktkonfigurationen (Interface *AllowedProductConfiguration*) die Zuordnungen der verbauten Komponenten noch tiefer getrieben werden, bis hin zu Varianten von Teilen/Komponenten.

Anmerkung:

Die Klasse *AllowedProductConfiguration* ist als Interface realisiert, da 2 Optionen zur Definition angeboten werden. Einmal über die Vergabe eines einfachen Identifiers (*AllowedProductConfigurationByConfigurationIdentifier*), zum anderen über die Verknüpfung mit einem vorher definierten Hardware-Part (*AllowedProductConfigurationHardwarePartAsDesigned*).

Im S3000L-Datenmodell werden den erlaubten, operativen Produktvarianten (Klasse *AllowedProductConfiguration*) über die Relationsklasse *ItemInAllowedProductConfiguration* und das Interface *AllowedProductConfigurationItem* die zugehörigen Objekte zugewiesen. Diese sind:

- Hardware-Realizations (über die Relationsklasse *hardwareElementPartRealization*)
- Software-Realizations (über die Relationsklasse *softwareElementPartRealization*)
- Teilelisten (über die Klasse *PartAsDesignedPartsList*)
- Komponenten der Teilelisten (über die Relationsklasse *PartAsDesignedPartsList*)

Abweichungen von „Standard-Konfigurationen“ können über die Klasse *NonConformanceData* dokumentiert werden.

Anmerkung:

Die UoF *Product Design Configuration* beinhaltet sehr umfangreiche Möglichkeiten zur Darstellung von Produktkonfigurationen. Dabei ist der linke Bereich mit dem „as designed“-Ansatz derjenige, welcher typischerweise in LSA-Prozessen zum Tragen kommt. Die Möglichkeiten des rechten Bereichs gehen bereits sehr weit in die Richtung eines Konfigurationsmanagements/Flottenmanagements. Für Einzelstücke oder sehr kleine Stückzahlen (z.B. Schiffe) ist u.U. auch der Ansatz über den rechten Bereich der UoF sinnvoll, bei größeren Flotten mit großen Stückzahlen der betriebenen einzelnen Produkte sollte das Thema Konfigurationsmanagement des einzelnen „Stücks“ nicht in den Bereich der LSA getragen werden.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

- Verknüpfung der relevanten Aufbruchselemente mit den zugehörigen Produktvarianten („as designed“)
- Aus dem Bereich der Datenelemente gibt es keinen Beitrag zur Kern-LSA.

Liste der Datenelemente der UoF **Product Design Configuration** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>AllowedProductConfigurationByConfigurationIdentifier</i>	<i>allowedProductConfigurationIdentifier</i>	optional
<i>AuthorityToOperate</i>	<i>authorityToOperateIdentifier</i>	optional
<i>NonConformanceData</i>	<i>nonConformanceType</i>	optional
<i>NonConformanceData</i>	<i>nonConformanceDescription</i>	optional
<i>NonConformanceData</i>	<i>nonConformanceRestriction</i>	optional
<i>ApplicableBlockOfSerializedItems</i>	<i>applicableSerialNumberRange</i>	optional

9.2.9. Die UoF LSA Candidate

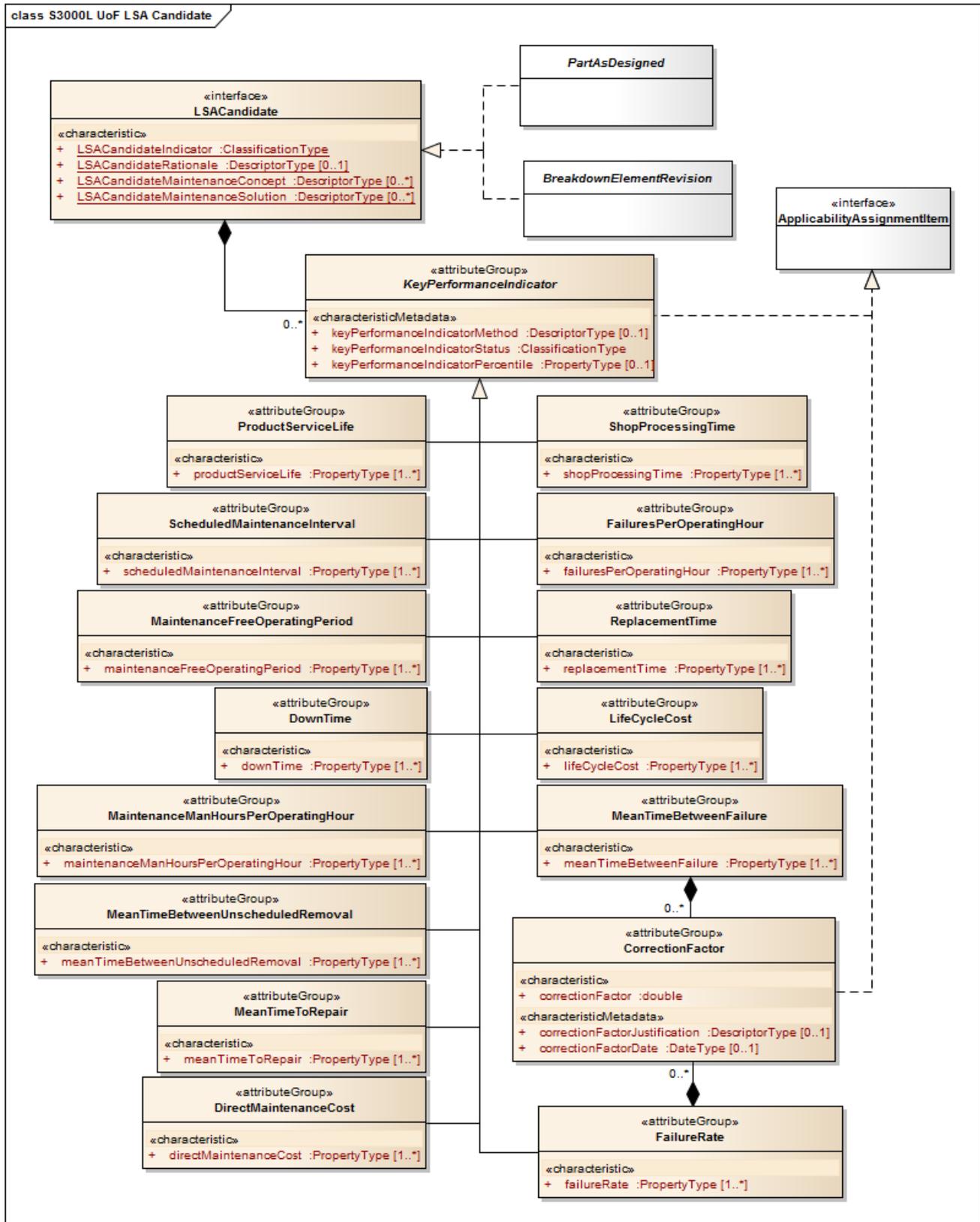


Abbildung 60: UML-Darstellung der UoF LSA Candidate

In der UoF **LSA Candidate** wird die Auswahl der Aufbruchselemente und der Teile dokumentiert, die als Analyse Kandidaten zu betrachten sind. Für jeden LSA-Kandidaten kann eine Reihe von sog. Key Performance Indicators (KPI) aus den Bereichen Zuverlässigkeit (Reliability), Instandhaltbarkeit (Maintainability) und Life Cycle Cost (LCC) mit verschiedenen Ausprägungen und Gültigkeiten dokumentiert werden. Wie genau die einzelnen KPIs verwendet werden, ist im PLK festzulegen.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Auswahl der Elemente aus dem Produktaufbruch, die LSA-Kandidaten sind	Erforderlich zum grundlegenden Verständnis des Produktaufbruchs, welche Elemente (Aufbruchselemente, Teile) den entsprechenden Analysen unterzogen werden müssen.
KPI zum Ausfallverhalten (MTBF bzw. Fehlerrate)	Das Ausfallverhalten ist zur Ermittlung der Häufigkeiten der Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich. Alle weiteren KPIs können als optional betrachtet werden. Falls für die KPIs zum Ausfallverhalten ein Korrekturfaktor angegeben wird, ist dies entsprechend zu begründen.
KPI zum Product Service Live	Falls ein LSA-Kandidat Bestandteil einer sog. Lived Items List (LIL) ist, ist der Wert verbindlich anzugeben zur Identifikation von vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **LSA Candidate** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>LSACandidate</i> ^{IC}	<i>LSACandidateIndicator</i>	verbindlich
<i>LSACandidate</i> ^{IC}	<i>LSACandidateRationale</i>	optional
<i>LSACandidate</i> ^{IC}	<i>LSACandidateMaintenanceConcept</i>	optional
<i>LSACandidate</i> ^{IC}	<i>LSACandidateMaintenanceSolution</i>	optional
<i>KeyPerformanceIndicator</i>	<i>keyPerformanceIndicatorMethod</i>	optional
<i>KeyPerformanceIndicator</i>	<i>keyPerformanceIndicatorStatus</i>	optional
<i>KeyPerformanceIndicator</i>	<i>keyPerformanceIndicatorPercentile</i>	optional
<i>ProductServiceLife</i>	<i>productServiceLife</i>	konditional
<i>ShopProcessingTime</i>	<i>shopProcessingTime</i>	optional
<i>ScheduledMaintenanceInterval</i>	<i>scheduledMaintenanceInterval</i>	optional
<i>FailuresPerOperatingHour</i>	<i>failuresPerOperatingHour</i>	optional
<i>MaintenanceFreeOperating-Period</i>	<i>maintenanceFreeOperating-Period</i>	optional
<i>ReplacementTime</i>	<i>replacementTime</i>	optional
<i>DownTime</i>	<i>downTime</i>	optional
<i>LifeCycleCost</i>	<i>lifeCycleCost</i>	optional
<i>MaintenanceManHours-PerOperatingHour</i>	<i>maintenanceManHoursPerOperatingHour</i>	optional
<i>MeanTimeBetween-UnscheduledRemoval</i>	<i>meanTimeBetweenUnscheduledRemoval</i>	optional
<i>MeanTimeToRepair</i>	<i>meanTimeToRepair</i>	optional
<i>DirectMaintenanceCost</i>	<i>directMaintenanceCost</i>	optional
<i>MeanTimeBetweenFailure</i>	<i>meanTimeBetweenFailure</i>	verbindlich
<i>FailureRate</i>	<i>failureRate</i>	verbindlich
<i>CorrectionFactor</i>	<i>correctionFactor</i>	optional
<i>CorrectionFactor</i>	<i>correctionFactorJustification</i>	konditional
<i>CorrectionFactor</i>	<i>correctionFactorDate</i>	optional

^{IC} = interface class

9.2.10. Die UoF LSA Candidate Analysis Activity

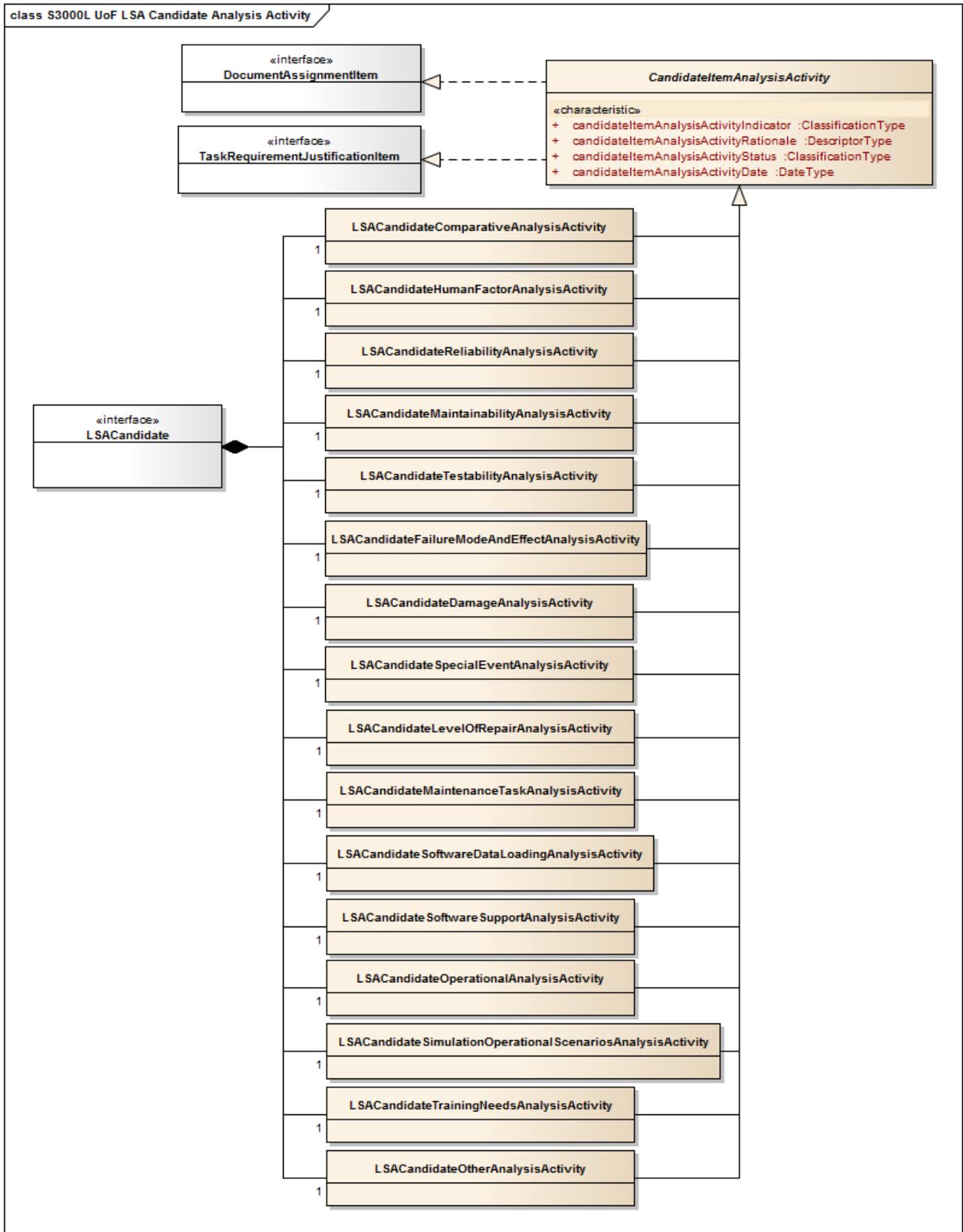


Abbildung 61: UML-Darstellung der UoF LSA Candidate Analysis Activity

In der UoF **LSA Candidate Analysis Activity** wird die Auswahl der Analysetätigkeiten pro LSA-Kandidat (inkl. Begründung) und deren Fortschritt bzw. Status dokumentiert. Mit den angebotenen Attributen ermöglicht diese UoF das Management der Analyseaktivitäten im Rahmen des LSA-Prozesses und der Analyseaktivitäten im Rahmen des Support Engineerings (RM&T).

Anmerkung:

Die Analysetätigkeiten, die in der UoF LSA Candidate Analysis Activity verwaltet werden, werden i.d.R. durch entsprechendes Support Engineering oder LSA Personal durchgeführt, zum Großteil außerhalb der LSA DV-Landschaft. Was Eingang in die LSA-Datenbank findet, sind Ergebnisse aus den durchgeführten Analysen. So liefert z.B. eine LORA als Ergebnis die Festlegung der Instandhaltungsstufe für die weitere Klassifizierung eines Tasks. Die LORA selbst wird mit Hilfe von speziellen DV-Tools eigenständig durchgeführt.

Die UoF **LSA Candidate Analysis Activity** enthält keine Elemente, welche der Kern-LSA zuzuordnen wären.

Liste der Datenelemente der UoF **LSA Candidate Analysis Activity** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>CandidateItemAnalysisActivity</i>	<i>candidateItemAnalysisActivityIndicator</i>	optional
<i>CandidateItemAnalysisActivity</i>	<i>candidateItemAnalysisActivityRationale</i>	optional
<i>CandidateItemAnalysisActivity</i>	<i>candidateItemAnalysisActivityStatus</i>	optional
<i>CandidateItemAnalysisActivity</i>	<i>candidateItemAnalysisActivityDate</i>	optional

Anmerkung:

*Soll die LSA-Datenbank als Management-Werkzeug für die Überwachung des Fortschritts der verschiedenen Analysetätigkeiten pro LSA-Kandidat und für entsprechendes Reporting verwendet werden, dann können die Attribute der Klasse *CandidateItemAnalysisActivity* projektspezifisch genutzt werden.*

9.2.11. Die UoF LSA FMEA

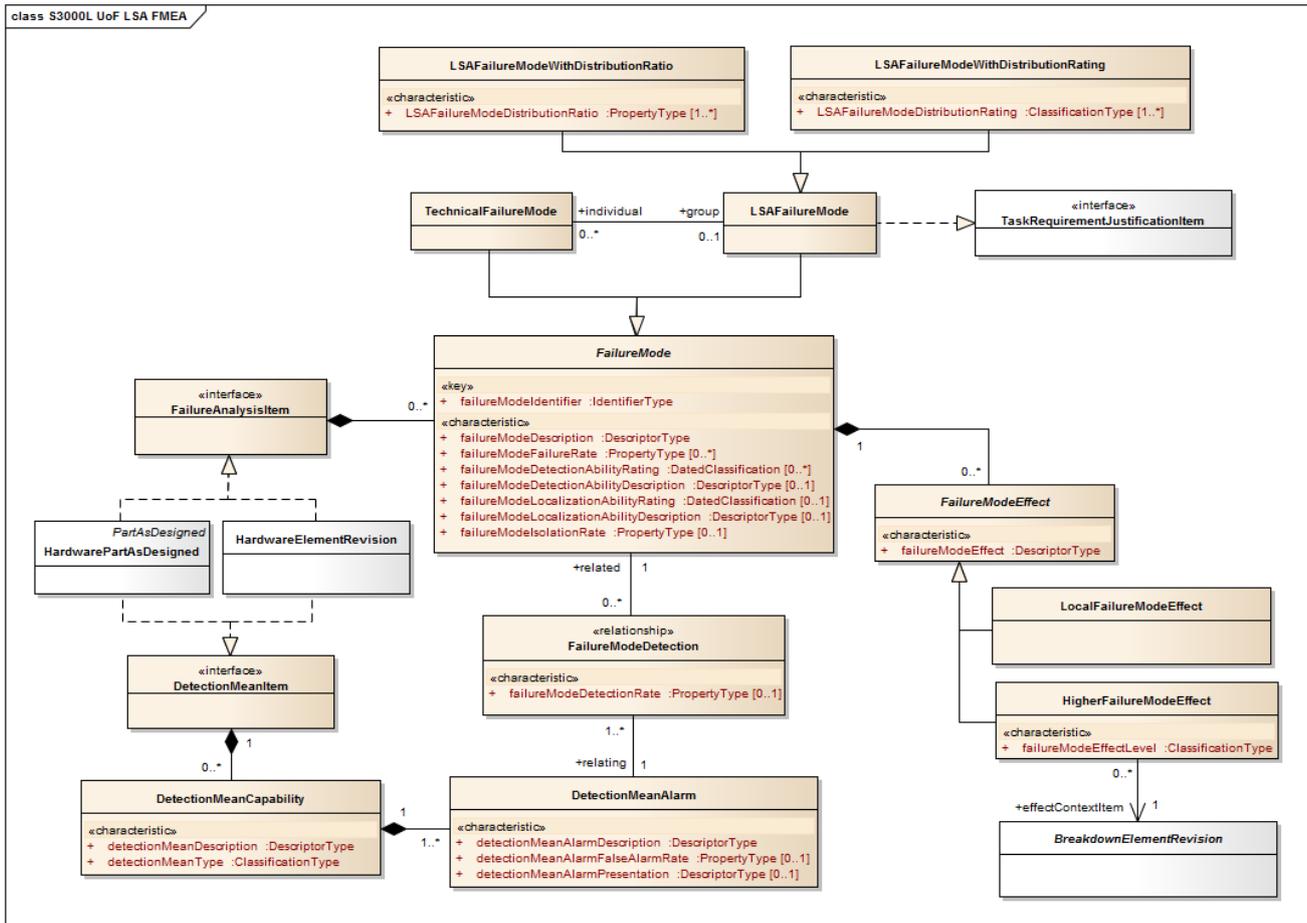


Abbildung 62: UML-Darstellung der UoF LSA FMEA

In der UoF **LSA FMEA** wird das Ausfallverhalten eines Teils aus der generellen Teilleiste (*HardwarePartAsDesigned*) oder eines Teils an einem bestimmten Einbauort (*HardwareElementRevision*) bezüglich auftretender Fehler dokumentiert, für die nach Entdeckung und Lokalisierung eine Instandsetzung durchzuführen ist.

Die Dokumentation der auftretenden Fehler kann detailliert auf der Basis einer technischen Fehleranalyse (technische FMEA oder Equipment FMEA) erfolgen. Diese detaillierten Fehlermodes können im Analyseprozess zu sog. LSA-Fehlermodes gruppiert werden oder es kann generell nur mit den gruppierten LSA-Fehlermodes gearbeitet werden, was die Datenmenge in der LSA-Datenbank merklich reduziert. Der LSA-Fehlermode dient als Begründung für die Durchführung einer entsprechenden Instandsetzungsmaßnahme ⇒ Verknüpfung zur entsprechenden Maßnahme über das Interface *TaskRequirementJustificationItem*.

Alle Fehlermodi können tiefer analysiert werden bezüglich ihrer Fehlereffekte, der Häufigkeit des Auftretens und der Entdeckbarkeit/Lokalisierbarkeit des Fehlers.

Anmerkung:

Die LSA FMEA behandelt lediglich Gerätefehler, welche zu einer Instandsetzung eines Geräts führen. Funktionale Fehler auf System-/Subsystemebene, die zu kritischen Zuständen in der Nutzung des Produkts führen können, müssen in jedem Fall vermieden werden. Zu diesem Zweck werden Analysen zur Identifikation von vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen (preventive maintenance) durchgeführt, z.B. nach ASD S4000P.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Fehlermode, Fehlerbeschreibung und Fehlerhäufigkeit	Die Fehlermodi sind als Begründung für die Durchführung einer Instandsetzungstätigkeit erforderlich. Sie werden mit den entsprechenden Tasks in der LSA-Datenbank verknüpft. Aus den Informationen bzgl. Fehlerhäufigkeit/Fehlerverteilung können die Häufigkeiten der Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen berechnet werden.
Fehlereffekte	Die Fehlereffekte sind als Kerninformationen bezüglich der Testbarkeit (Fehlererkennung und Fehlerlokalisierung) und/oder Kritikalität eines Fehlers erforderlich.
Verteilung der Häufigkeit der Fehler innerhalb des Geräts (Failure Mode Ratio)	Die Fehlerverteilung ist neben den KPIs zum Ausfallverhalten eines Geräts/einer Komponente zur Bestimmung der Häufigkeit der Durchführung von Instandsetzungstätigkeiten erforderlich.
Grundlegende Informationen bzgl. Erkennbarkeit und Lokalisierbarkeit eines Fehlers	Erkennbarkeit und Lokalisierbarkeit eines Fehlers sind grundlegende Informationen zur Definition der Anforderungen an die Prüfbarkeit eines Geräts/einer Komponente. Die Fehlersuche ist integraler Bestandteil der Instandsetzungstätigkeiten und fließt in die Beschreibung der Tätigkeiten inkl. der Identifikation des erforderlichen Prüfgeräts mit ein.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **LSA FMEA** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>FailureMode</i>	<i>failureModelIdentifier</i>	verbindlich
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeDescription</i>	verbindlich
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeFailureRate</i>	verbindlich
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeDetectionAbilityRating</i>	optional
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeDetectionAbilityDescription</i>	optional
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeLocalizationAbilityRating</i>	optional
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeLocalizationAbilityDescription</i>	optional
<i>FailureMode</i>	<i>failureModeIsolationRate</i>	optional
<i>LSAFailureMode- WithDistributionRatio</i>	<i>LSAFailureModeDistributionRatio</i>	verbindlich
<i>LSAFailureMode- WithDistributionRating</i>	<i>LSAFailureModeDistributionRating</i>	optional
<i>FailureModeEffect</i>	<i>failureModeEffect</i>	optional
<i>HigherFailureModeEffect</i>	<i>failureModeEffectLevel</i>	optional
<i>FailureModeDetection^{RC}</i>	<i>failureModeDetectionRate</i>	optional
<i>DetectionMeanAlarm</i>	<i>detectionMeanAlarmDescription</i>	optional
<i>DetectionMeanAlarm</i>	<i>detectionMeanAlarmFalseAlarmRate</i>	optional
<i>DetectionMeanAlarm</i>	<i>detectionMeanAlarmPresentation</i>	optional
<i>DetectionMeanCapability</i>	<i>detectionMeanDescription</i>	optional
<i>DetectionMeanCapability</i>	<i>detectionMeanType</i>	optional

^{RC} = relationship class

9.2.12. Die UoF Special Event and Damage

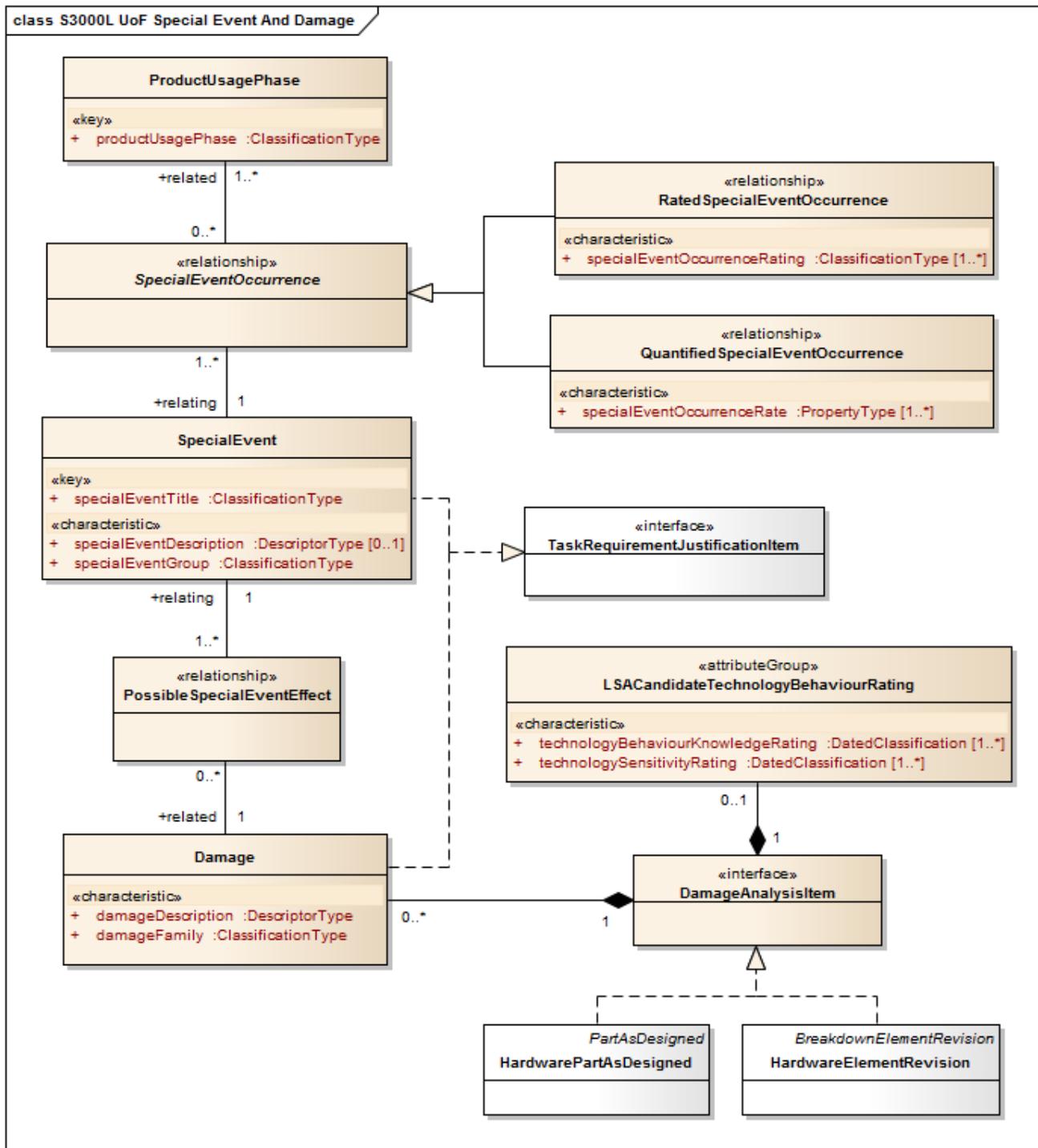


Abbildung 63: UML-Darstellung der UoF Special Event and Damage

In der UoF **Special Event and Damage** werden weitere Ereignisse (neben den Gerätefehlern aus der UoF **LSA FMEA**) dokumentiert, die zur Durchführung von Instandhaltungstätigkeiten führen. Bei diesen Ereignissen handelt es sich um Sonderereignisse (z.B. Blitzschlag am Produkt) und nicht inhärenten Beschädigungen. Alle diese Ereignisse liegen i.d.R. außerhalb der „normalen“ Nutzung des Produkts und führen daher meist zu entsprechenden Befundungen (Inspektionen, Tests), um die Folgen des Ereignisses zu identifizieren. Bei bestimmten Beschädigungen können Standard-Reparaturverfahren direkt angewendet werden. Analog zum LSA-Fehlermode dienen Sonderereig-

nisse oder Beschädigungen als Begründung für die Durchführung einer geeigneten Instandhaltungsmaßnahme, daher die Verknüpfung der beiden Klassen *SpecialEvent* und *Damage* mit dem Interface *TaskRequirementJustificationItem*.

Sonderereignisse und Beschädigungen sind zusätzlich miteinander verknüpft. Damit kann die potentielle Auswirkung eines Sonderereignisses bzgl. zu erwartender Beschädigungen bereits im Vorfeld näher beschrieben und damit die Definition der durchzuführenden Inspektion unterstützt werden.

Das Auftreten eines Sonderereignisses kann zusätzlich mit einer bestimmten Phase der Produktnutzung verknüpft werden (z.B. Startphase eines Flugzeugs).

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Identifikation aller relevanten Sonderereignisse inkl. Beschreibung	Sonderereignisse müssen im Rahmen der vorbeugenden Maßnahmen berücksichtigt werden. Alle relevanten Sonderereignisse müssen bekannt sein und in der LSA-Datenbank dokumentiert werden. Alle Maßnahmen, die nach einem Sonderereignis ergriffen werden müssen (z.B. Inspektionen bis hin zum vorbeugenden Austausch von Komponenten), müssen identifiziert und beschrieben werden.
Identifikation von potentiellen Beschädigungen, welche bei der Nutzung des Produkts zu erwarten sind und entsprechenden Instandsetzungsaufwand generieren	Potentielle Beschädigungen müssen im Rahmen der LSA-Aktivitäten berücksichtigt werden, um Standardverfahren zur Instandsetzung (z.B. von Struktur oder Verkabelung) zu identifizieren und zu beschreiben. Dabei ist zu beachten, dass schwere Beschädigungen (z.B. Kollision von Fahrzeugen mit erheblichen Schäden) nicht im Rahmen von Standardverfahren abgedeckt werden können. Ereignisse dieser Art führen immer zu einem gesonderten Einzelbefund mit entsprechenden (i.d.R. einmaligen) Instandsetzungstätigkeiten.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Event and Damage** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>SpecialEvent</i>	<i>specialEventTitle</i>	verbindlich
<i>SpecialEvent</i>	<i>specialEventDescription</i>	verbindlich
<i>SpecialEvent</i>	<i>specialEventGroup</i>	optional
<i>ProductUsagePhase</i>	<i>productUsagePhase</i>	optional
<i>RatedSpecialEventOccurance^{RC}</i>	<i>specialEventOccuranceRating</i>	optional
<i>QuantifiedSpecialEventOccurance^{RC}</i>	<i>specialEventOccuranceRate</i>	optional
<i>Damage</i>	<i>damageDescription</i>	verbindlich
<i>Damage</i>	<i>damageFamily</i>	optional
<i>LSACandidateTechnologyBehaviourRating</i>	<i>technologyBehaviourKnowledgeRating</i>	optional
<i>LSACandidateTechnologyBehaviourRating</i>	<i>technologySensitivityRating</i>	optional

^{RC} = relationship class

9.2.13. Die UoF LSA Candidate Task Requirement

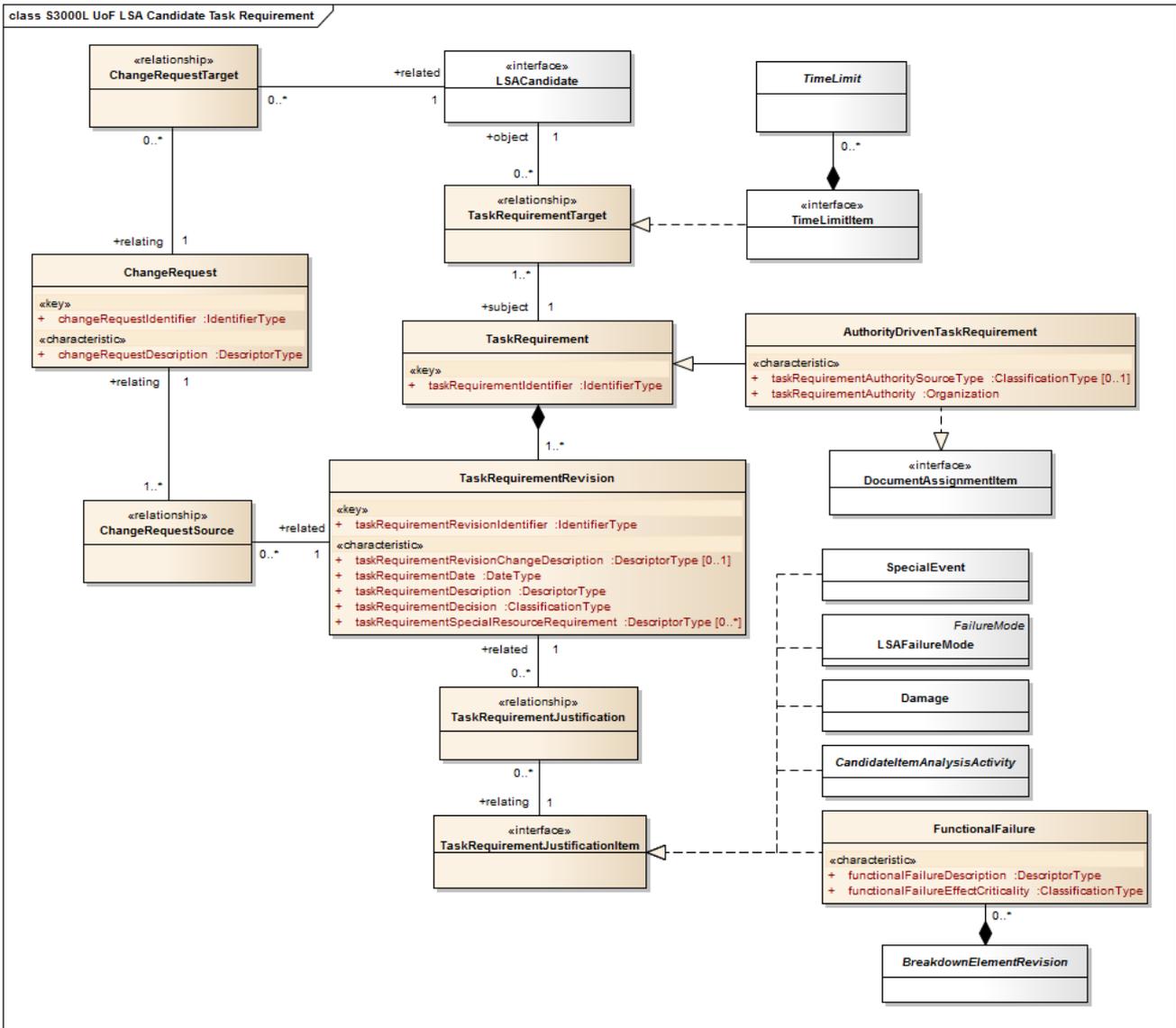


Abbildung 64: UML-Darstellung der UoF LSA Candidate Task Requirement

In der UoF **LSA Candidate Task Requirement** werden die Begründungen für die Durchführung aller Tätigkeiten (⇒ task requirement) im Rahmen der Instandhaltung und der Unterstützung im Betrieb/Einsatz dokumentiert und verknüpfbar gemacht. Begründungen können sein:

- Erreichen eines Grenzwerts (z.B. Intervall), an dem vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen fällig werden
- Auftreten eines Fehlers (LSAFailureMode)
- Eintreten eines Sonderereignisses (z.B. Blitzschlag, Vogelschlag, Überhitzung, übermäßige mechanische Beanspruchung außerhalb der vorgesehenen Toleranzen)
- Beschädigung des Produkts
- Begründung aus einem zusätzlichen Analyseergebnis heraus
- Vermeidung eines kritischen funktionalen Fehlers
- Weitere Begründungen, z.B. aus Anforderungen für die Unterstützung im Betrieb/Einsatz (z.B. Vorfluginspektion am Luftfahrzeug, Transport bei Verlegung, Konservierung bei Lagerung, Verpackung, einfache Servicetätigkeiten)

Task Requirements werden im S3000L-Datenmodell versioniert, d.h. ein Task Requirement kann über den Lebenszyklus eines Produkts Änderungen unterworfen sein. Diese Änderungen können im Datenmodell über entsprechende Änderungsveranlassungen (change requests) angestoßen werden. Wird ein Task Requirement nicht über ein Ereignis begründet, sondern über verbindliche Vorgaben entsprechender Behörden (Zulassungsvorschriften, Gesetze) oder von Geräteherstellern, so kann dies als Spezialisierung eines Task Requirements angesehen werden.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Identifikation aller Task Requirements und mindestens einer Version pro Task Requirement	Das verbindende Element zwischen einem Task und einem LSA-Kandidaten ist das Task Requirement. Jeder Task bekommt auf diesem Weg sein begründendes Ereignis oder eine nutzungsbedingte Begründung zugeordnet (kein Task ohne Rechtfertigung!). Wird das Task Requirement z.B. von einer regulierenden Behörde oder per Gesetz gefordert, muss angegeben werden, aus welcher Quelle das Task Requirement kommt.
Beschreibung des Task Requirements	Die Beschreibung eines Task Requirements ist erforderlich, falls über die Spezialisierung nicht bereits in anderen Datenelementen anderer Klassen diese Information vorhanden ist (z.B. Failure Mode Description).
Sonderfall <i>FunctionalFailure</i>	Die Klasse <i>FunctionalFailure</i> , welche mit dem Interface <i>TaskRequirementJustificationItem</i> verbunden ist, dient der Dokumentation zusätzlicher Information, falls es sich bei dem Task Requirement um ein Preventive Maintenance Task Requirement (PMTR) aus der Preventive Maintenance Analysis (z.B. nach ASD S4000P) handelt. Das PMTR identifiziert eine erforderliche vorbeugende Instandhaltungsmaßnahme (oder mehrere). Die Klasse <i>FunctionalFailure</i> bietet die Möglichkeit, eine Beschreibung des vermiedenen funktionalen Fehlers und die höchste Kritikalität der möglichen Fehlereffekte zu dokumentieren. Diese Information ist bei späteren Optimierungsbetrachtungen für vorbeugende Instandhaltung erforderlich (In-Service Maintenance Optimization, ISMO, siehe auch [3], Kapitel 3).

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **LSA Candidate Task Requirement** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>TaskRequirement</i>	<i>taskRequirementIdentifier</i>	verbindlich
<i>AuthorityDrivenTaskRequirement</i>	<i>taskRequirementAuthoritySourceType</i>	konditional
<i>AuthorityDrivenTaskRequirement</i>	<i>taskRequirementAuthority</i>	konditional
<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementRevisionIdentifier</i>	verbindlich
<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementRevisionChangeDescription</i>	optional
<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementDate</i>	optional
<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementDescription</i>	optional
<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementDecision</i>	optional
<i>TaskRequirementRevision</i>	<i>taskRequirementSpecialResourceRequirement</i>	optional
<i>ChangeRequest</i>	<i>changeRequestIdentifier</i>	optional
<i>ChangeRequest</i>	<i>changeRequestDescription</i>	optional
<i>FunctionalFailure</i>	<i>functionalFailureDescription</i>	optional
<i>FunctionalFailure</i>	<i>functionalFailureEffectCriticality</i>	konditional

^{RC} = relationship class

9.2.14. Die UoF Task

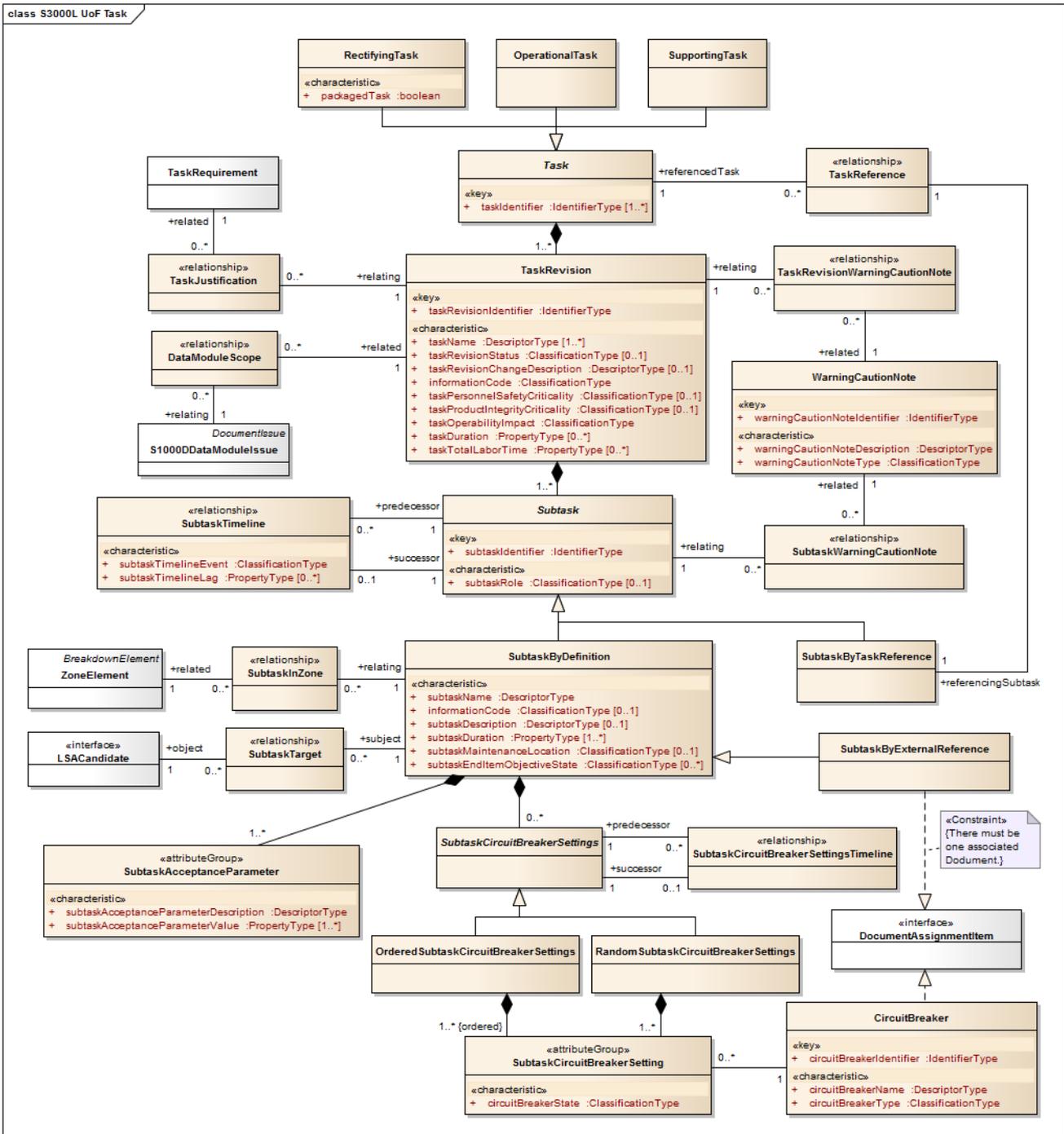


Abbildung 65: UML-Darstellung der UoF Task

In der UoF **Task** werden die Instandhaltungsmaßnahmen und Maßnahmen im Rahmen der Unterstützung des Produkts in Betrieb/Einsatz definiert und dokumentiert. Eine Maßnahme wird dabei als „Task“ bezeichnet. Die S3000L unterscheidet dabei 3 Arten von Tasks über eine *Specialization* in:

- Rectifying Tasks (können über die Relationship-Klasse *TaskJustification* mit einem Task-Requirement als „behebende/erforderliche“ Maßnahme verknüpft werden)
- Operational Tasks (können über die Relationship-Klasse *TaskJustification* mit einem Task-Requirement als „behebende/erforderliche“ Maßnahme verknüpft werden)

- **Supporting Tasks** (können nicht mit einem Task-Requirement als „behebende“ Maßnahme verknüpft werden)

Tasks werden im S3000L-Datenmodell versioniert, d.h. ein Task kann über den Lebensweg eines Produkts Änderungen unterworfen sein, z.B. getrieben durch Designänderungen an Geräten, die im Produkt eingebaut sind.

Beispiel:

Der Einbau eines Geräts an einem bestimmten Verbauungsort unterscheidet sich für 2 verschiedene Versionen eines Geräts (Version A1 oder Version A2). Für A2 ergibt sich eine bessere Zugänglichkeit, da die Abmessungen des Geräts kleiner sind. Damit reduziert sich der Aufwand des Zugang-Schaffens um eine Anzahl von Arbeitsschritten und auch die Reihenfolge der Arbeitsschritte ist leicht modifiziert. Der gesamte Einbau-Task liegt damit in 2 Versionen vor, jeweils für Gerät A1 und A2. Dokumentiert wird der Einbau-Task am Aufbruchselement des Einbauorts. Zur Unterscheidung bekommen die beiden Versionen der Tasks eine entsprechende Gültigkeit bzgl. der beiden Geräteversionen A1 und A2.

Jede Version eines Tasks kann mit dem zugehörigen Teil einer technischen Dokumentation in Form von S1000D-Datenmodulen (inkl. zugehörigem Issue) verknüpft werden (über die Relationship-Klasse *DataModuleScope*).

Tasks bestehen aus **Subtasks**. Diese können als konkrete Arbeitsschritte (*Specialization*, Klasse *SubtaskByDefinition*) oder als Referenzen auf bestehende Tasks (*Specialization* und *Relationship*, Klassen *SubtaskByTaskReference* und *TaskReference*) definiert werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, bereits bestehende externe Tätigkeitsbeschreibungen (z.B. in Form von Wartungs- bzw. Instandsetzungs-Handbüchern) zu referenzieren (*Specialization*, Klasse *SubtaskByExternalReference*, über das Interface *DocumentAssignmentItem* kann auf das konkrete Dokument verwiesen werden).

Weitere Attribute/Beziehungen eines *SubtaskByDefinition* sind:

- Optionale Zuordnung des Subtasks zu einer räumlichen Zone im Produkt
- Optionale Zuordnung des Subtasks zu einem LSA-Kandidaten
- Optionale Zuordnung eines Subtasks zu erforderlichen Positionen von Schutzschaltern, um den Subtask sicher durchführen zu können
- Optionale Zuordnung von Bedingungen, die erfüllt sein müssen, um einen Subtask als korrekt abgeschlossen zu bewerten (z.B. nutzbar für die Dokumentation von Prüfpunkten)

Warnungen und Sicherheitshinweise:

Auf der Ebene eines Tasks und eines Subtasks können individuell Warnungen, Sicherheitshinweise oder sonstige Anmerkungen verknüpft werden. Die Klasse *WarningCautionNote* ermöglicht die wiederverwendbare Definition dieser Warnungen, Sicherheitshinweise oder sonstigen Anmerkungen. Die Vorgabe der Warnungen, Sicherheitshinweise oder sonstigen Anmerkungen in den logistischen Grunddaten ist von besonderer Wichtigkeit für die Erstellung der technischen Dokumentation.

Abfolge der Subtasks:

Die Reihenfolge der Subtasks ist über die Klasse *SubtaskTimeline* definiert. Die Klasse ermöglicht die Dokumentation sequentieller Tätigkeiten als auch paralleler Tätigkeiten.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Identifikation aller Tasks für die Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz. Für jeden identifizierten Task wird mindestens eine Version angelegt.	Jeder Task muss eindeutig identifiziert werden können. Dazu wird mindestens ein Task Identifier und ein Task Name benötigt. Durch die Task-Versionierung ist auch die Angabe eines Identifier für die Version erforderlich. Als zusätzliche wichtige Information ist zu dokumentieren, ob es sich bei dem Task um einen Task handelt, der durch Paketierung von

	Instandhaltungsmaßnahmen entstanden ist, um die Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung von Instandsetzungsmaßnahmen einfach unterscheiden zu können.
Gefährdungspotential	Informationen über eine potentielle Gefährdung von Personal oder Produkt bei falscher Durchführung eines Tasks sind erforderlich zur Definition von Schutzmaßnahmen oder zur Definition von zusätzlichem Trainingsbedarf.
Einfluss des Tasks auf die Nutzbarkeit des Produkts	Information ist erforderlich zur Ermittlung von Verfügbarkeitswerten unter Berücksichtigung von Instandhaltungsmaßnahmen.
Identifikation von mindestens einem Subtask pro Task	Jeder Task besteht aus Arbeitsschritten, damit muss mindestens ein Subtask (Arbeitsschritt) pro Task angelegt werden.
Dokumentation von Zeiten (auf Task und auf Subtask-Ebene)	Durchführungszeiten sind erforderlich zur Ermittlung von Nicht-Verfügbarkeit des Produkts bzw. zur Ermittlung der Belegungszeiten von Ressourcen (z.B. die Abschätzung/Planung von Personalbedarf kann i.d.R. nur auf der Basis von sorgfältig gepflegten LSA-Daten bzgl. der Dauer von Instandhaltungstätigkeiten erfolgen)
Verwendung der Warnungen, Sicherheitshinweise oder sonstigen Anmerkungen	Erforderlich als Vorgabe für die spätere Integration von Warn- bzw. Sicherheitshinweisen in die technische Dokumentation.
Beschreibung der Tätigkeit	Wenn die detaillierte Beschreibung als Vorgabe für die technische Dokumentation im Projekt genutzt werden soll, ist das Feld verbindlich zu befüllen.

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Task** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
Task	taskIdentifier	verbindlich
RectifyingTask	packagedTask	verbindlich
TaskRevision	taskRevisionIdentifier	verbindlich
TaskRevision	taskName	verbindlich
TaskRevision	taskRevisionStatus	optional
TaskRevision	taskRevisionChangeDescription	optional
TaskRevision	informationCode	verbindlich
TaskRevision	taskPersonnelSafetyCriticality	verbindlich
TaskRevision	taskProductIntegrityCriticality	verbindlich
TaskRevision	taskOperabilityImpact	verbindlich
TaskRevision	taskDuration	verbindlich
TaskRevision	taskTotalLabourTime	konditional
Subtask	subtaskIdentifier	verbindlich
Subtask	subtaskRole	verbindlich
WarningCautionNote	warningCautionNoteIdentifier	verbindlich
WarningCautionNote	warningCautionNoteDescription	verbindlich
WarningCautionNote	warningCautionNoteType	verbindlich
SubtaskTimeline ^{RC}	subtaskTimelineEvent	optional
SubtaskTimeline ^{RC}	subtaskTimelineLag	optional
SubtaskByDefinition	subtaskName	verbindlich
SubtaskByDefinition	informationCode	optional
SubtaskByDefinition	subtaskDescription	konditional
SubtaskByDefinition	subtaskDuration	verbindlich
SubtaskByDefinition	subtaskMaintenanceLocation	optional
SubtaskByDefinition	subtaskEndItemObjectiveState	optional
SubtaskAcceptanceParameter	subtaskAcceptanceParameterDescription	optional
SubtaskAcceptanceParameter	subtaskAcceptanceParameterValue	optional

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>CircuitBreaker</i>	<i>circuitBreakerIdentifier</i>	optional
<i>CircuitBreaker</i>	<i>circuitBreakerName</i>	optional
<i>CircuitBreaker</i>	<i>circuitBreakerType</i>	optional
<i>SubtaskCircuitBreakerSetting</i>	<i>circuitBreakerState</i>	optional

^{RC} = relationship class

In der UoF **Task Resources** werden die Tasks und Subtasks (hier nur *SubtaskByDefinition*), welche in der UoF **Task** definiert wurden, auf ihre benötigten Ressourcen hin analysiert. Die möglichen Ressourcen sind:

- Personal (*Specialization*, Klasse *TaskPersonnelResource*)
- Infrastruktur (*Specialization*, Klasse *TaskFacilityResource*)
- Material (*Specialization*, Klasse *TaskMaterialResource*), beinhaltet Ersatzteile, Verbrauchsmaterial, Sonderwerkzeuge, Standardwerkzeuge, Testgeräte, etc...)
- Erforderliche technische Dokumentation (*Specialization*, Klasse *TaskDocumentResource*, Verweis auf ein beliebiges Dokument)

Im Bereich Personal werden sowohl die Anzahl der am Task beteiligten Personen, ihre Arbeitszeit und ihre erforderliche Qualifikation (über das Interface *CompetenceDefinitionItem*) erfasst. Die Informationen über die Qualifikation erstreckt sich dabei über:

- Fachbereich der durchführenden Person (z.B. Hydraulik, Elektronik, Triebwerk, Bewaffnung)
- Ausbildungsstufe (hier kann z.B. eine ATN-Stufe genutzt werden)
- Erforderliche Zusatzqualifikationen bzw. Zertifikate zur Durchführung einer Tätigkeit und Beschreibung des dazu erforderlichen Trainings

Der Bereich Material und Infrastruktur ist bewusst getrennt. Der Aufbau von erforderlicher Infrastruktur wie z.B. Hallen, Werkstätten, Gebäuden oder Verkehrswegen erfordert i.d.R. eine umfangreiche und zeitlich sehr frühe Planung. Diese Planung ist meist weit vor analytischen Betrachtungen zur Produktunterstützung im Rahmen eines LSA-Prozesses anzusiedeln.

Die Dokumentation bzgl. der Zugehörigkeit von Material und Infrastruktur zu einem Task/Subtask erfolgt in nahezu gleicher Art und Weise durch Referenz auf ein entsprechendes Hardware-Aufbruchselement oder Hardware-Teil (Interface *TaskResourceByReferenceItem*). Sowohl im Bereich Infrastruktur-Ressource als auch Material-Ressource besteht die Möglichkeit, zu einem frühen Zeitpunkt, d.h. wenn die Ressource noch nicht verfügbar ist, eine Referenz zu einer u.U. bereits vorhandenen Spezifikation der entsprechenden Ressource (Klasse *ResourceSpecification*) herzustellen. Nach Realisierung der Ressource kann die vorläufig herangezogene Spezifikation mit der dann real vorhandenen Ressource zum Zweck der Rückverfolgbarkeit verknüpft werden.

Die Kategorisierung von Teilen bzw. Hardware-Aufbruchselementen erfolgt in den zugehörigen UoF:

	UoF	Klasse	Attribut
Teil	Part Definition	HardwarePartAsDesignedSupportData	<i>hardwarePartLogisticsCategory</i>
Hardware-Aufbruchselement	Breakdown Element Realization	HardwareElement	<i>hardwareElementType</i>

Mit Hilfe dieser Unterscheidung kann in einer DV-Anwendung eine Filterung auf entsprechende Kategorien von Hardware-Teilen oder Hardware-Aufbruchselementen erfolgen. Um dies sicherzustellen, sind die Attribute in obiger Tabelle in ihren entsprechenden UoF als verbindlich ausgewählt.

Beispiel:

Für die Auswahl von Sonderwerkzeugen zum Hinzufügen an einen Task soll nur die Liste aller Sonderwerkzeuge angezeigt werden, keine weiteren Einträge aus einer „Teile“-Liste.

Sind mehrere Ressourcen parallel in einem Task/Subtask erforderlich, so besteht u.U. die Notwendigkeit, Bezüge zwischen den Ressourcen herzustellen. Dies gilt insbesondere für die Bedienung von Sonderwerkzeugen, Testgeräten oder speziellen Vorrichtungen durch zugehöriges Personal.

Über die Klasse *TaskResourceRelationship* kann ein solcher Bezug hergestellt werden (z.B. Person B bedient Testgerät 01).

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Informationen bzgl. der Material-Ressourcen, d.h. Ersatzteile, Verbrauchsmaterial, Sonderwerkzeuge, Testgeräte, etc....	Identifikation der erforderlichen materiellen Ressourcen für einen Task ist ein elementares Ergebnis der MTA. Diese Ergebnisse sind eine der Grundlagen für die Planung von Ersatzteilbeschaffung und für Beschaffung oder Entwicklung von Sonderwerkzeugen und Test- und Prüfgerät.
Personalinformationen inkl. der erforderlichen Qualifikation (Minimum skillCode)	Identifikation des erforderlichen Personals für einen Task ist ein elementares Ergebnis der MTA. Diese Ergebnisse sind eine der Grundlagen für die Planung.
Kennzeichnung der Ressource als alternativlos	Ist eine Ressource in einem Task nicht durch eine andere als Alternative zu ersetzen, muss dies in der LSA-Datenbank dokumentiert werden, z.B. wichtig beim Einsatz von Personal mit spezieller Qualifikation (u.U. mit Zertifizierung für bestimmte Tätigkeiten).

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Task Resources** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>TaskResource</i>	<i>fixedResourceMarker</i>	verbindlich
<i>TaskResource</i>	<i>taskResourceDuration</i>	optional
<i>TaskResourceRelationship</i> ^{RC}	<i>taskResourceRelationshipCategory</i>	optional
<i>TaskPersonnelResource</i>	<i>taskPersonnelResourceRole</i>	verbindlich
<i>TaskPersonnelResource</i>	<i>taskNumberOfPersonnelResource</i>	verbindlich
<i>TaskPersonnelResource</i>	<i>taskPersonnelResourceLabourTime</i>	optional
<i>AdditionalTrainingRequirement</i>	<i>additionalTrainingRequirementDescription</i>	optional
<i>AdditionalTrainingRequirement</i>	<i>trainingMethod</i>	optional
<i>Trade</i>	<i>tradeName</i>	optional
<i>SkillLevel</i>	<i>skillLevelName</i>	optional
<i>SkillLevel</i>	<i>skillLevelDescription</i>	optional
<i>Skill</i>	<i>skillCode</i>	verbindlich
<i>TaskFacilityResource</i>	<i>taskFacilityResourceQuantity</i>	verbindlich
<i>TaskMaterialResource</i>	<i>taskMaterialResourceQuantity</i>	verbindlich
<i>TaskMaterialResource</i>	<i>taskMaterialResourceCategory</i>	optional
<i>ResourceSpecification</i>	<i>resourceSpecificationIdentifier</i>	optional
<i>ResourceSpecification</i>	<i>resourceSpecificationName</i>	optional
<i>ResourceSpecification</i>	<i>resourceSpecificationDescription</i>	optional

^{RC} = relationship class

9.2.16. Die UoF Task Usage (Part 1)

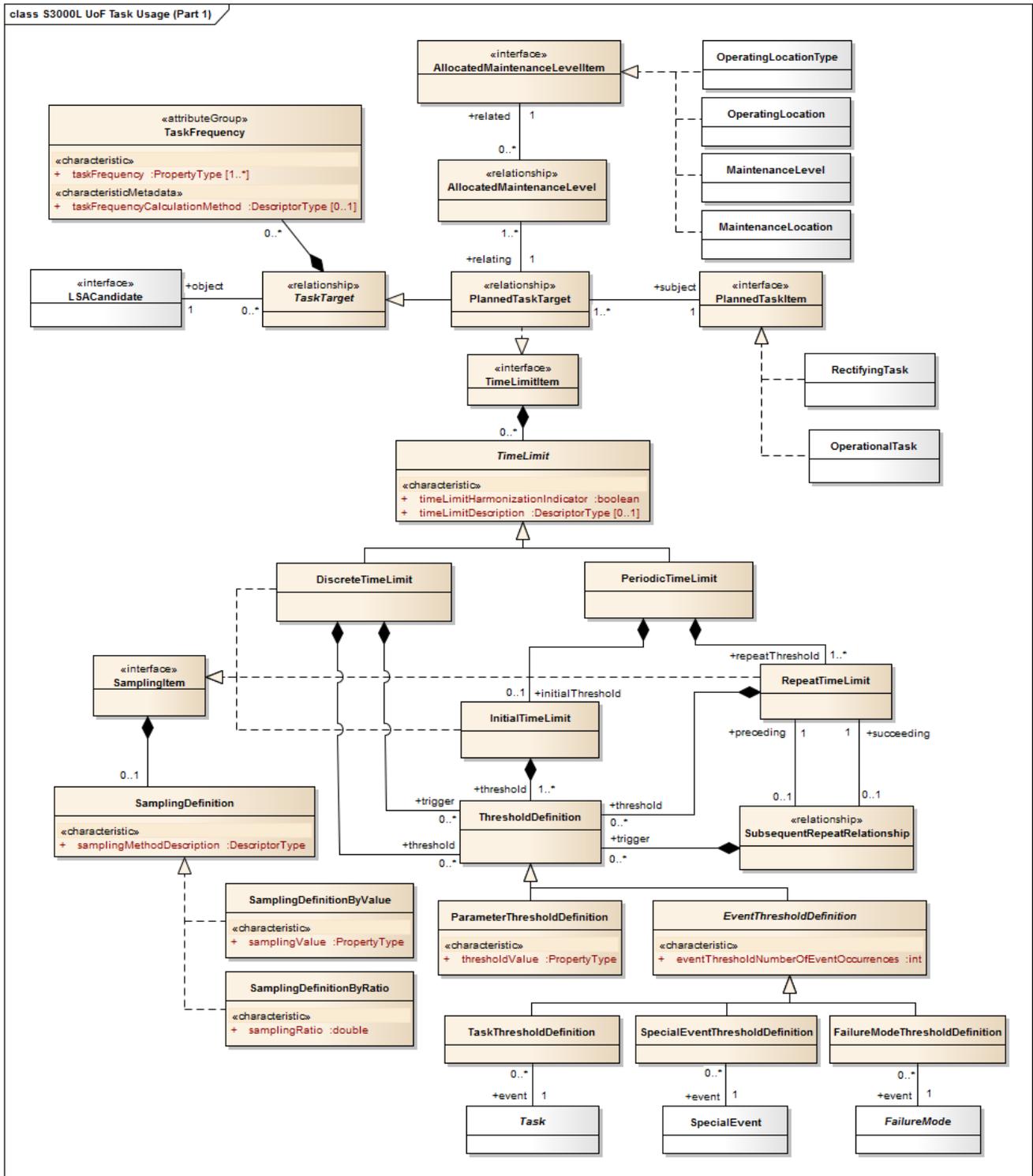


Abbildung 67: UML-Darstellung der UoF Task Usage (Part 1)

In der UoF **Task Usage (Part 1)** werden die Objekte *RectifyingTask* und *OperationalTask* mit weiteren Elementen aus dem S3000L-Datenmodell verbunden. Diese sind:

- Zuordnung der Objekte *RectifyingTask* und *OperationalTask* zu LSA-Kandidaten (Teile oder Aufbruchselemente)

- Zuordnung der Objekte *RectifyingTask* und *OperationalTask* zu den Objekten aus der UoF **Product Usage Context**, z.B. Instandhaltungsstufe (maintenance level)
- Zuordnung von Taskfrequenzen und zugehörigen Berechnungsmethoden zu den Objekten *RectifyingTask* und *OperationalTask*. Taskfrequenzen können i.d.R. aus den Angaben zur Zuverlässigkeit und zur Nutzungsrate (z.B. in Betriebstunden oder gefahrene Strecke bei Fahrzeugen) vereinfacht bestimmt werden. Für komplexere Berechnungsmethoden (z.B. unter Berücksichtigung erweiterter Zuverlässigkeitsinformationen ist der Zahlenwert der Taskfrequenz und die Berechnungsmethode in der LSA-Datenbank zu dokumentieren).
- Zuordnung von Bedingungen zu den Objekten *RectifyingTask* und *OperationalTask*, wann eine planbare/vorbeugende Instandhaltung zu erfolgen hat (Intervalle, zeitliche Begrenzungen, andere auslösende Ereignisse wie z.B. ein Sonderereignis). Dieser Bereich der UoF ist komplex und wird im Folgenden gesondert erläutert.

TimeLimits:

Zentrales Element der UoF **Task Usage (Part 1)** sind die beiden Relationship-Klassen *PlannedTaskTarget* und *TaskTarget*. An der Klasse *PlannedTaskTarget* hängen die Verknüpfungen zu den Bedingungen der planbaren/vorbeugenden Instandhaltung. Dabei handelt es sich um folgende Objekte:

- *DiscreteTimeLimit* ⇒ Einmalige Grenzwerte ⇒ **Perform Once (PO)**
- *PeriodicTimeLimit* ⇒ Sich wiederholende Grenzwerte ⇒ **PEriodic (PE)**. Werden noch einmal unterschieden in initiale Grenzwerte (*InitialTimeLimit*) und sich wiederholende Grenzwerte (*RepeatTimeLimit*).

Ein Grenzwert kann sich über einen konkreten numerischen Wert mit einer zugehörigen Maßeinheit (z.B. Betriebsstunden) oder über ein „Ereignis“ inkl. Anzahl des Auftretens (z.B. nach jedem fünften Maschinenstart) definieren. Die zugehörigen Attribute *thresholdValue* und *eventThresholdNumber-OfEventOccurences* finden sich in den Klassen *ParameterThresholdDefinition* und *EventThreshold-Definition*.

Nahezu beliebige Kombinationen von Grenzwerten und die Definition von unterschiedlichen Ausprägungen von Grenzwerten (Grenzwert (threshold) oder Trigger) decken das gesamte Spektrum der möglichen Bedingungen der planbaren/vorbeugenden Instandhaltung ab.

Einige typische Beispiele:

- Einmalige Maßnahme, z.B. Inspektion nach 100 Betriebsstunden, gerechnet vom letzten „Start“
- Einmalige Maßnahme in Kombination mit einem Ereignis, z.B. Radmuttern nachziehen 100 km nach Reifenwechsel
- Immer wiederkehrende Maßnahmen mit einem gleichbleibenden Intervall, z.B. große Inspektion alle 5.000 Betriebsstunden
- Immer wiederkehrende Maßnahmen mit einem gleichbleibenden Intervall und einem abweichenden initialen Intervall bei der Erstausführung der Maßnahme, z.B. erste Inspektion bei 2.000 Betriebsstunden, danach alle 4.000 Betriebsstunden
- Immer wiederkehrende Maßnahmen mit sich änderndem Intervall nach einer bestimmten Zeit, z.B. Systemtest alle 500 Betriebsstunden bis zum Erreichen von 10.000 Betriebsstunden (Trigger), danach alle 400 Betriebsstunden
- Immer wiederkehrende Maßnahmen mit mehreren verschiedenen Intervallen (z.B. Teiletasch nach einem Jahr oder nach 4.000 Betriebsstunden). Wird häufig als „Whatever comes first“ bezeichnet.
- Immer wiederkehrende Maßnahmen nach einer bestimmten Anzahl von Ereignissen (z.B. Inspektion der Reifen nach jeder fünften Landung mit einem Luftfahrzeug)

Beispiel:

Eine Inspektion an einer LKW-Bremse soll alle 30.000 km durchgeführt werden, das erste Mal nach 20.000 km. Nach dem Erreichen von 140.000 km soll das Inspektionsintervall auf 25.000 km gesenkt werden.

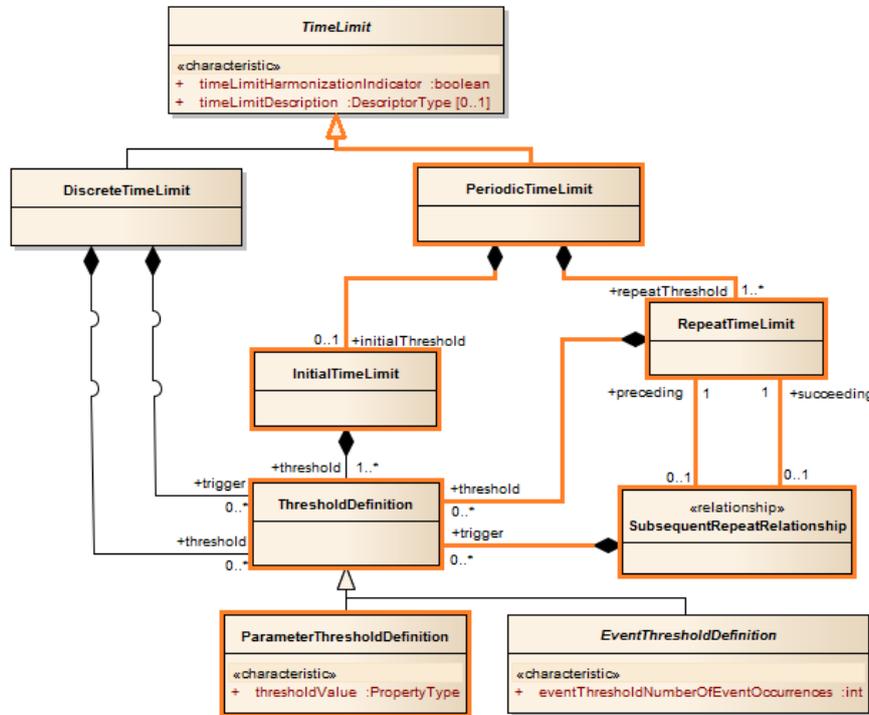


Abbildung 68: Beispiel Task Usage (Part 1) - benötigte Klassen

Abbildung 68 zeigt den Ausschnitt der UoF **Task Usage (Part 1)**, der für das Beispiel relevant ist. Es handelt sich bei allen Grenzwerten um periodisch auftretende Intervalle (die Inspektionstätigkeit wird mehr als einmal durchgeführt) die über die Spezialisierung *PeriodicTimeLimit* abgedeckt sind. Das gilt in diesem Fall auch für den Trigger nach 140.000 km, dieser wird definiert über den Bezug des Intervalls vor dem Trigger-Ereignis zu dem Intervall nach dem Trigger-Ereignis.

- 20.000 km Inspektion: *InitialTimeLimit*
- 30.000 km Inspektion: *RepeatTimeLimit* (gültig vor dem trigger ⇒ preceding)
- 25.000 km Inspektion: *RepeatTimeLimit* (gültig nach dem trigger ⇒ succeeding)
- 140.000 km Trigger: *SubsequentRepeatRelationship* mit Definition des Trigger-Werts

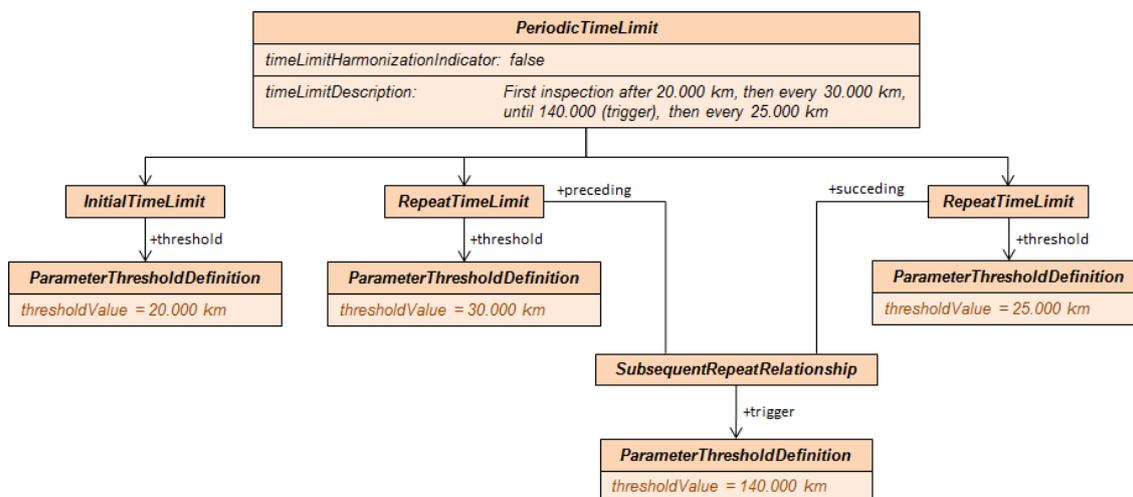


Abbildung 69: Beispiel Task Usage (Part 1) - Umsetzung der konkreten Werte in den Klassen

Abbildung 69 zeigt die „Befüllung“ des Datenmodellausschnitts mit den konkreten Werten.

Anmerkung:

Alle über die UoF Task Usage (Part 1) definierten Grenzwerte (TimeLimit) sind über die Interface-Klassen TimeLimitItem und PlannedTaskItem bzw. über die Relationship-Klasse PlannedTaskTarget immer mit einem RectifyingTask oder einem OperationalTask als „Parent“-Objekt verknüpft (Composition Aggregation). Wird das übergeordnete Objekt (also der Task) gelöscht, werden auch die TimeLimits gelöscht, die genau diesem Task zugeordnet waren.

Sampling:

Die Dokumentation des Konzepts von Stichproben im Rahmen von planbarer/vorbeugender Instandhaltung wird über das Interface SamplingItem ermöglicht. Jeder einem Task zugeordnete Grenzwert kann mit einer Definition eines Stichprobenverfahrens versehen werden. Diese Definition enthält eine Beschreibung des Verfahrens plus Angabe der konkreten Anzahl der Stichproben (z.B. 100 Stück) oder der Angabe eines prozentualen Anteils der Stichproben über die Gesamtmenge an Testkandidaten (z.B. 10% aller Teile werden getestet).

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Kennzeichnung des TimeLimits als analytisch ermittelter Grenzwert für eine Einzelmaßnahme oder als harmonisierter Grenzwert für ein Maßnahmenpaket	Erforderlich zur Unterscheidung der Maßnahmenpakete zur vorbeugenden Instandhaltung von den Tasks, welche als Einzelmaßnahmen für die PMTRs aus der PMA nach S4000P ermittelt wurden. Die Einzelmaßnahmen enthalten die <u>Original-Intervalle</u> der PMTRs, die Maßnahmenpakete enthalten die für die Instandhaltung <u>relevanten Intervalle</u> für die Durchführung der Maßnahmen (diese Intervalle sind das Ergebnis des Paketierungsprozesse nach S3000L, Kapitel 10)
Konkrete Werte für Grenzwerte/Trigger, falls einer Maßnahme mindestens ein oder mehrere TimeLimit(s) zugewiesen werden	Jede planbare Maßnahme erfordert die Angabe der zugehörigen Intervalle, Grenzwerte oder Triggerwerte zur Dokumentation der analytisch bestimmten Häufigkeit der Durchführung der vorbeugenden Maßnahme.
Durchführungsort einer Maßnahme	Die Angabe des Durchführungsortes kann durch die Verknüpfung des Tasks mit den entsprechenden Klassen der UoF Product Usage Context realisiert werden, keine weiteren Datenelemente erforderlich.
Zuordnung des Tasks zum LSA-Kandidaten	Jeder Task steht immer im Kontext eines LSA-Kandidaten. Zur Verknüpfung wird das Interface zur UoF LSA Candidate genutzt (keine weiteren Datenelemente erforderlich).
Taskfrequenz	Falls zur Berechnung einer Taskfrequenz komplexere mathematische Formeln unter Berücksichtigung von erweiterten Zuverlässigkeitsinformationen herangezogen werden sollen, ist das Datenelement für die

	Taskfrequenz und die zugehörige Berechnungsmethode in der LSA-Datenbank zu dokumentieren. Die Berechnung des Werts erfolgt außerhalb der LSA-Datenbank.
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Task Usage (Part 1)** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>TimeLimit</i>	<i>timeLimitHarmonizationIndicator</i>	verbindlich
<i>TimeLimit</i>	<i>timeLimitDescription</i>	optional
<i>TaskFrequency</i>	<i>taskFrequency</i>	konditional
<i>TaskFrequency</i>	<i>taskFrequencyCalculationMethod</i>	konditional
<i>ParameterThresholdDefinition</i>	<i>thresholdValue</i>	verbindlich
<i>EventThresholdDefinition</i>	<i>eventThresholdNumberOfEventOccurences</i>	verbindlich
<i>SamplingDefinition</i>	<i>samplingMethodDescription</i>	optional
<i>SamplingDefinitionByValue</i>	<i>samplingValue</i>	optional
<i>SamplingDefinitionByRatio</i>	<i>samplingRatio</i>	optional

Anmerkung:

Die UoF Task Usage (Part 1) enthält nur einige wenige eigene Datenelemente. Der größte Teil der UoF deckt das komplexe Konstrukt der Zuordnung von Tasks zu Grenzwerten/Intervallen bzw. zu Instandhaltungsstufen oder Durchführungsorten ab. Das Konstrukt bezüglich der Grenzwerte/Intervalle ist analog der Definition der Grenzwerte/Intervalle in der Spezifikation S1000D und kann daher 1:1 von der LSA in die technische Dokumentation übertragen werden. Sobald ein Task mit Grenzwerten/Intervallen zu verknüpfen ist, sind die konkreten Zahlenwerte mit zugehöriger Einheit in jedem Fall verbindlich anzugeben.

9.2.17. Die UoF Task Usage (Part 2)

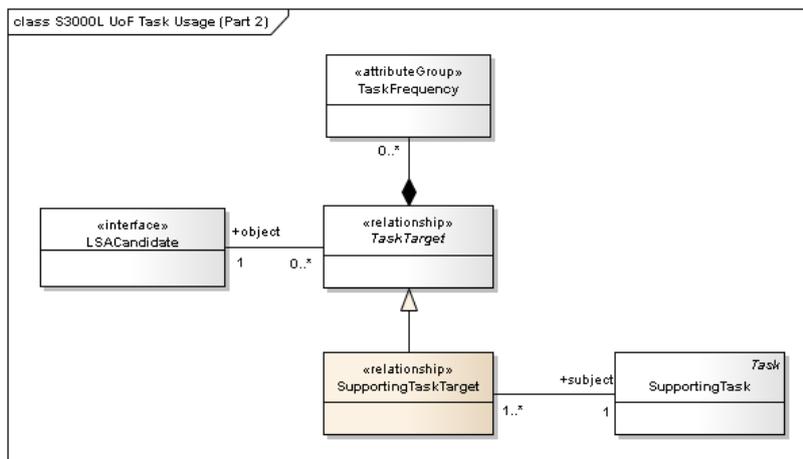


Abbildung 70: UML-Darstellung der UoF Task Usage (Part 2)

In der UoF **Task Usage (Part 2)** wird das Objekt *SupportingTask* mit weiteren Elementen aus dem S3000L-Datenmodell verbunden. Diese sind:

- Zuordnung des Objekts *SupportingTask* zu LSA-Kandidaten (Teile oder Aufbruchselemente)
- Zuordnung von Taskfrequenzen und zugehörigen Berechnungsmethoden zum Objekt *SupportingTask*

Die UoF **Task Usage (Part 2)** enthält keine Elemente, welche der Kern-LSA zuzuordnen wären. Die Zuordnung des Supporting Tasks zum LSA-Kandidaten ist als verbindlich zu betrachten.

Liste der Datenelemente der UoF **Task Usage (Part 2)** und deren Einstufung:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>TaskFrequency</i>	<i>taskFrequency</i>	optional
<i>TaskFrequency</i>	<i>taskFrequencyCalculationMethod</i>	optional
^{RC} = relationship class		

Anmerkung:

Die Zuordnung einer Taskfrequenz zum Tasktyp „Supporting“ in der UoF Task Usage (Part 2) ist im Gegensatz zu den beiden Tasktypen „Rectifying“ und „Operational“ in der UoF Task Usage (Part 2) optional. Supporting Tasks sind immer im Kontext eines Rectifying oder Operational Tasks zu sehen. Falls ein Supporting Task von mehreren Rectifying oder Operational Tasks referenziert wird, so wird die Taskfrequenz des Supporting Tasks aus den Taskfrequenzen der übergeordneten Rectifying oder Operational Tasks ermittelt.

9.2.18. Die UoF Security Classification

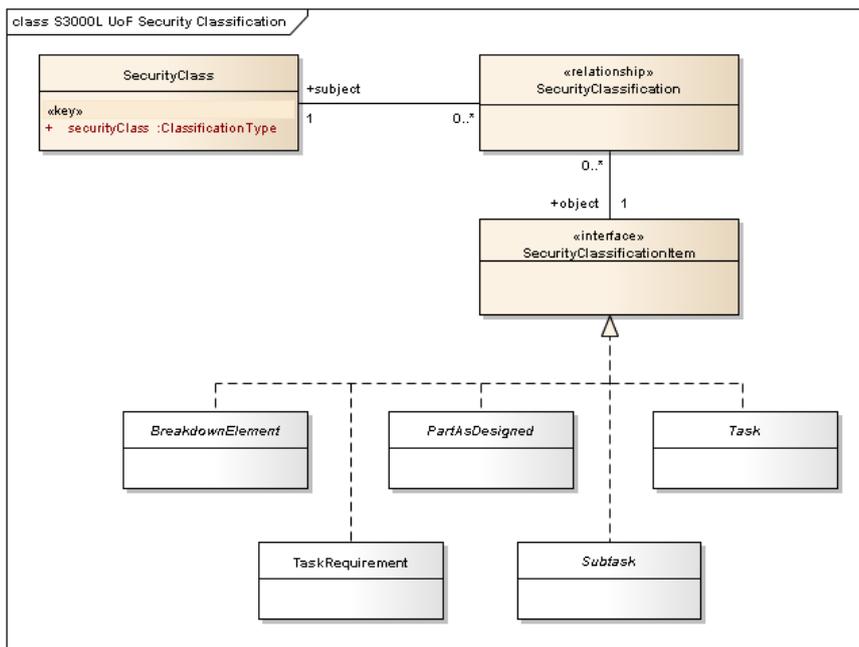


Abbildung 71: UML-Darstellung der UoF Security Classification

In der UoF **Security Classification** können 5 ausgewählte Objekte aus dem S3000L-Datenmodell mit einer Sicherheitseinstufung versehen werden. Die Einstufung erfolgt auf dem Level des verknüpften Objekts und vererbt sich auf die darunter liegenden Objekte. So ist z.B. für einen Task, der als „offen“ eingestuft wird auch die gesamte sich daran anschließende Information wie z.B. Subtasks, Ressourcen, Grenzwerte bzw. Intervalle ebenfalls als „offen“ eingestuft. Die sich daraus ergebenden Restriktionen für eine LSA DV-Anwendung müssen berücksichtigt werden, z.B. durch ein Benutzer/Rollen-Konzept welches die Sicherheitseinstufung über entsprechende Zugriffsrechte umsetzt.

Die Definition der Ebenen der Sicherheitseinstufung (z.B. offen, nur für den Dienstgebrauch (NfD), geheim, streng geheim) erfolgt in der Klasse *SecurityClass*.

Anmerkung:

In den meisten Projekten werden LSA-Daten als „offen“ eingestuft. Ausnahmen werden i.d.R. dann gemacht, wenn entweder nationale Interessen in internationalen Projekten gewahrt werden sollen oder wenn die LSA-Daten von kritischen Komponenten wie z.B. Bewaffnung vor unberechtigtem Zugriff geschützt werden sollen.

Für die Nutzung der UoF **Security Classification** in einem Projekt gilt es zu untersuchen, für welche Objekte aus Abbildung 71 das Interface *SecurityClassificationItem* implementiert werden soll, d.h. welche Objekte verbindlich mit einer zugehörigen Sicherheitseinstufung verknüpft werden sollen.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Sicherheitseinstufung für ein Objekt	Jedes Objekt aus Abbildung 71, welches mit einer Sicherheitseinstufung verknüpft wird, benötigt verbindlich die Information <i>securityClass</i> .

Liste der Datenelemente der UoF **Security Classification** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>SecurityClass</i>	<i>securityClass</i>	verbindlich

9.2.19. Die UoF Organization Assignment

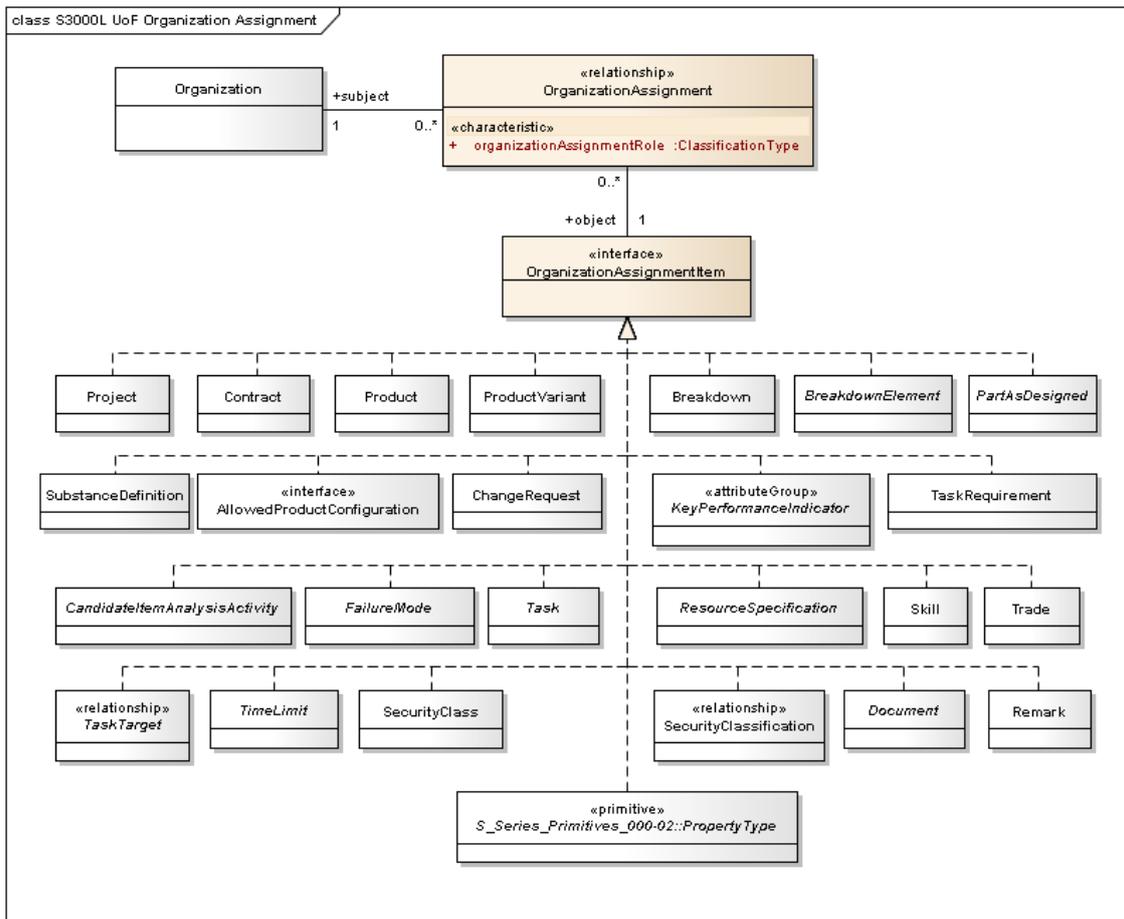


Abbildung 72: UML-Darstellung der UoF Organization Assignment

In der UoF **Organization Assignment** können zu ausgewählten Objekten des S3000L-Datenmodells Informationen bezüglich damit verbundener Organisationen (Firmen, Agenturen, Kunden, etc...) verknüpft werden. Wichtig ist dabei, dass zur Verknüpfung Objekt ↔ Organisation die Ausprägung/Art der Verknüpfung festgelegt werden kann. Dies geschieht über die Relationship-Klasse *OrganizationAssignment* und wird mit dem Datenelement *organizationAssignmentRole* festgelegt.

Beispiel 1:

Dokumentation der System Design-Verantwortung (hier *organizationAssignmentRole*) für das gesamte Hydrauliksystem eines Fahrzeugs. Das Hydrauliksystem eines Fahrzeugs wird im Produktaufbruch unter dem Aufbruchselement HydSystem geführt. Verantwortlich ist die Firma A.



Abbildung 73: Zuordnung einer Organisation zu einem Objekt, Beispiel 1

Anmerkung:

Design-Verantwortungen können auf diese Art für verschiedene Ebenen vergeben werden. In Entwicklungsprojekten wird Designverantwortung auf Systemebene (typisch: SDR = System Design Responsible), auf

Geräteebene (typisch: EDR = Equipment Design Responsible), für Gruppen von Sonderwerkzeugen, etc..., festgelegt.

Beispiel 2:

Dokumentation der verantwortlichen Organisation (Firma B) für die Erstellung einer Spezifikation (SpecSwe01_Issue01) für ein Sonderwerkzeug (Swe01).

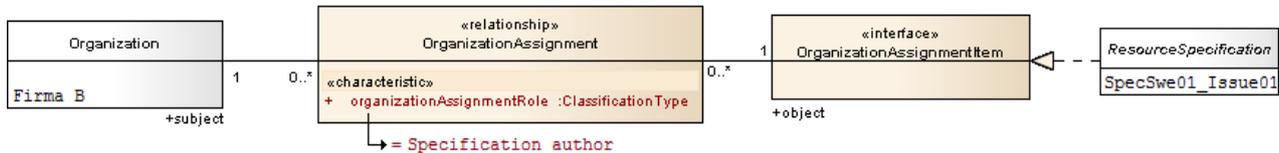


Abbildung 74: Zuordnung einer Organisation zu einem Objekt, Beispiel 2

Sonderfall des Datentyps (primitive) PropertyType:

Die Zuordnung zu einer Organisation kann auch für alle Datenelemente im S3000L erfolgen, welche vom Typ PropertyType sind. Dies kann z.B. sinnvoll sein, wenn bestimmte Ausprägungen eines KPI (z.B. Fehlerrate) von verschiedenen Organisationen ermittelt werden und dies dokumentiert werden soll (prognostizierter Wert ermittelt von der Industrie, gemessener Wert ermittelt vom Nutzer im Betrieb/Einsatz).

Für die Nutzung der UoF **Organization Assignment** in einem Projekt gilt es zu untersuchen, welche Objekte aus Abbildung 72 das Interface *OrganizationAssignmentItem* implementieren sollen, d.h. welche Objekte verbindlich mit einer zugehörigen Organisation (sprich Firma, Kunde, Agentur, Nutzer, etc...) verknüpft werden sollen. Speziell im Bereich des Projektmanagements können solche Informationen u.U. zwingend erforderlich sein.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Rolle einer Organisation im Kontext eines LSA-Objekts	Wird ein Objekt aus Abbildung 72 mit einer Organisation verknüpft, so ist die Angabe, in welchem Kontext die Verknüpfung erfolgt (z.B. Hersteller, Design-Verantwortlicher, MTA-Verantwortlicher), verbindlich.

Liste der Datenelemente der UoF **Organization Assignment** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
OrganizationAssignment	organizationAssignmentRole	Verbindlich

9.2.20. Die UoF Document

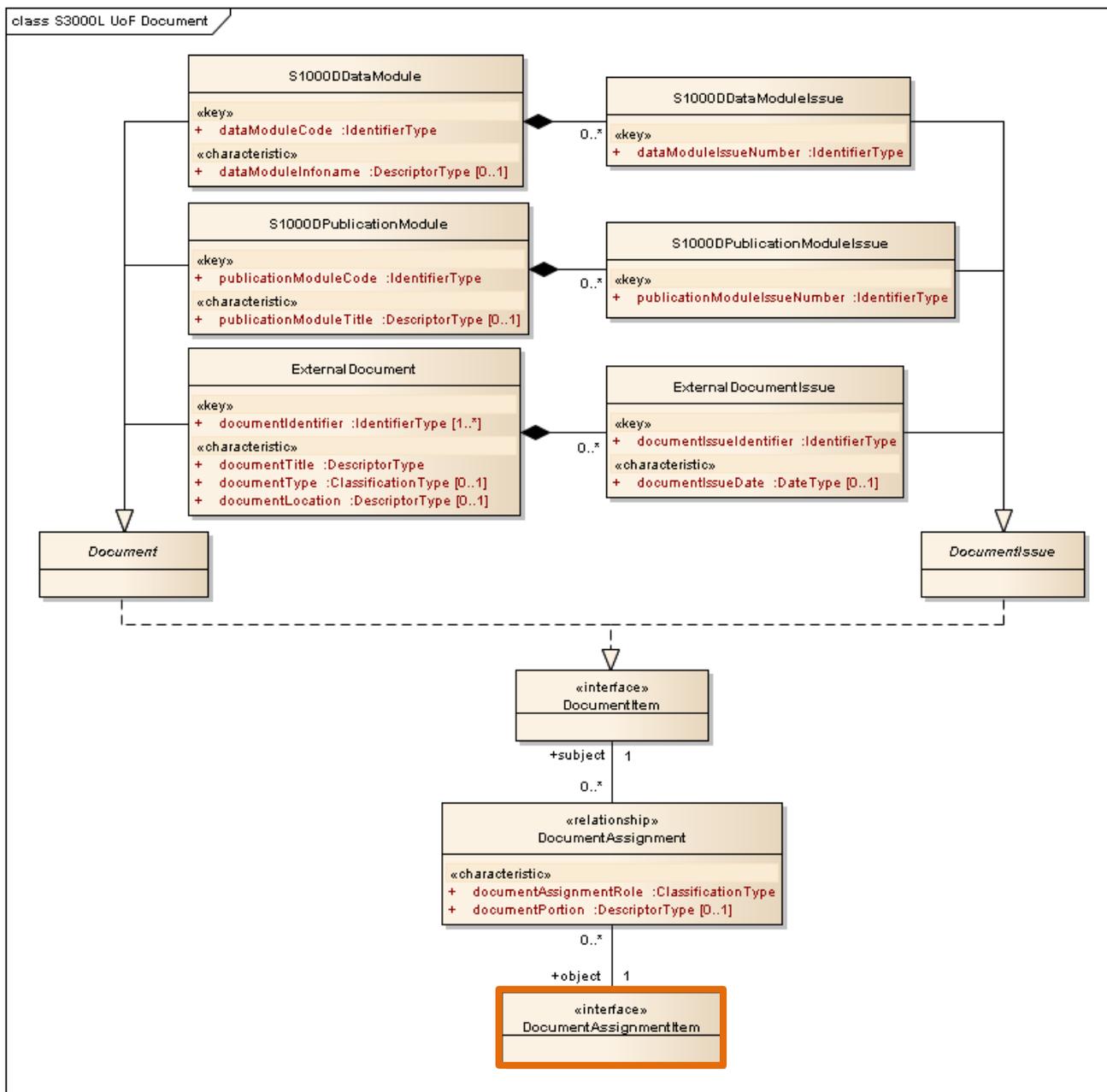


Abbildung 75: UML-Darstellung der UoF Document (Teil 1)

In der UoF **Document** können (ähnlich wie bei der Zuordnung von Organisationen) auch „Dokumente“ mit Objekten aus dem S3000L-Datenmodell verknüpft werden. Die Definition eines Dokuments ist im ersten Teil (Abbildung 75) der UoF **Document** geregelt. Dabei berücksichtigt das Datenmodell der S3000L die bereits existierenden Elemente einer technischen Dokumentation nach S1000D. Folgende „Dokumente“ bzw. Dokumenttypen können im S3000L-Datenmodell erfasst werden:

- S1000D Datenmodule (Klasse *S1000DataModule*)
- S1000D Publication-Module (Klasse *S1000PublicationModule*)
- Externe Dokumente, z.B. Handbücher für Wartung/Instandsetzung, Nutzerdokumentation, Broschüren, Zeichnungen, Spezifikationen (Klasse *ExternalDocument*)

Für jedes erfasste Dokument können als zusätzliche Information die Dokumentversionen (Issues) dokumentiert werden. In der Interface-Klasse *DocumentItem* laufen die Informationen zum Dokument und zur Dokumentenversion zusammen. Über die Interface-Klasse *DocumentAssignmentItem* können die Dokumente mit ausgewählten Objekten aus dem S3000L-Datenmodell verknüpft werden. In der Relationship-Klasse *DocumentAssignment* kann über zusätzliche Attribute das verknüpfte „Dokument“ noch weiter beschrieben werden, z.B. kann auf einen bestimmten Teil (z.B. ein Kapitel) des verknüpften Dokuments verwiesen werden (Attribut *documentPortion*).

Im zweiten Teil der UoF **Document** werden die Objekte, die mit „Dokumenten“ verknüpft werden können, dargestellt (Abbildung 76).

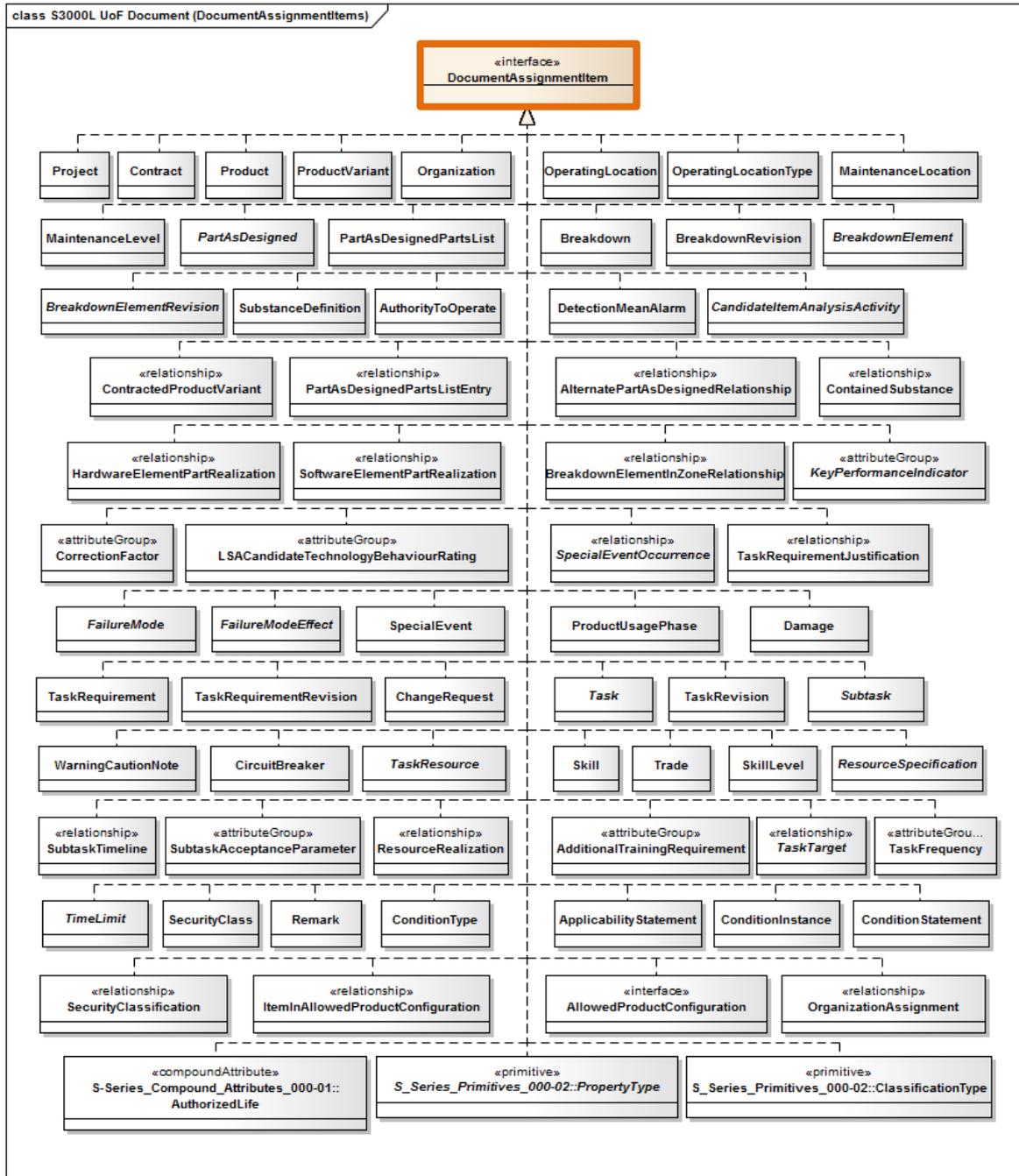


Abbildung 76: UML-Darstellung der UoF Document (Teil 2)

Beispiel:

Zur Sicherstellung der Konsistenz zwischen den logistischen Grunddaten in einer LSA-Datenbank und der technischen Dokumentation müssen alle identifizierten Tasks (Instandhaltung und Unterstützung im Betrieb/Einsatz) in der technischen Dokumentation erfasst und umgesetzt werden. Hier kann mit Hilfe der UoF **Document** ein Bezug zwischen dem S3000L LSA-Task und dem S1000D Datenmodul hergestellt werden, z.B. zur Unterstützung der Erstellung einer Data Module Requirement List (DMRL).

Der Task *GerätAA01_Einbau0251* in der LSA soll mit dem Datenmodul mit zugehörigem Data Module Code (DMC) *BSP-Y-AA-01-00-00A720A-A* verknüpft werden.

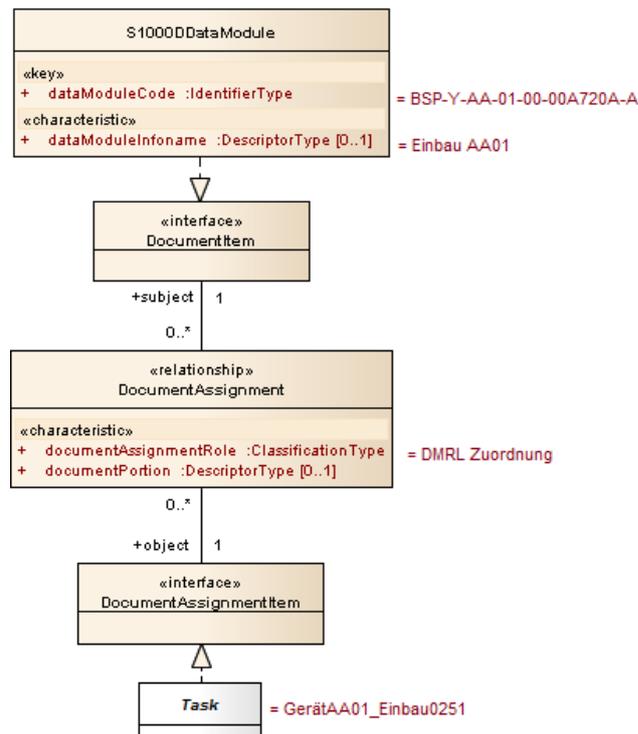


Abbildung 77: Beispiel - Verknüpfung eines Datenmoduls mit einem Task

Für die Nutzung der UoF **Document** in einem Projekt gilt es zu untersuchen, welche Objekte aus Abbildung 76 das Interface *DocumentAssignmentItem* implementieren sollen, d.h. welche Objekte verbindlich mit einem zugehörigen Dokument verknüpft werden sollen.

Als Empfehlung sollte für alle Elemente (falls im Projekt verwendet), die von ihrem Charakter her ohnehin ein Dokument beschreiben oder die eine Verbindung in die technische Dokumentation nach S1000D (sprich Datenmodule) erfordern, das Interface *DocumentAssignmentItem* implementiert werden. Diese Objekte sind:

UoF	Klasse	Hinweis/Beispiel
Product and Project	<i>Contract</i>	Ein Vertrag ist in der Regel ein Dokument.
Part Definition	<i>SubstanceDefinition</i>	Zum Verknüpfen eines Sicherheitsdatenblattes eines chemischen Stoffes/Materials
LSA Candidate Task Requirement	<i>AuthorityDrivenTaskRequirement</i>	Zum Verknüpfen mit gesetzlichen Vorschriften

UoF	Klasse	Hinweis/Beispiel
LSA Candidate Task Requirement	<i>ChangeRequest</i>	Zum Verknüpfen mit Änderungsveranlassungen
Task	<i>SubtaskByExternalReference</i>	Die Verknüpfung mit einem Dokument ist in diesem Fall immer verbindlich , denn es handelt sich hier um einen Verweis auf eine externe, bereits existierende Dokumentation.
Task	<i>Task</i>	Zum Verknüpfen mit S1000D Datenmodulen
Task	<i>TaskRevision</i>	Zum Verknüpfen mit S1000D Datenmodulen inkl. dem zugehörigen Issue
Task Resources	<i>ResourceSpecification</i>	Eine Spezifikation ist in der Regel ein Dokument, u.U. sind die Attribute in der Klasse <i>ResourceSpecification</i> selbst ausreichend.

Folgende Informationen sind als Elemente der Kern-LSA zu betrachten:

Information/Daten	Begründung
Verknüpfung zu einem S1000D Data Module oder S1000D Publication Module	Die Objekte S3000L LSA Task und S1000D Data Module oder S1000D Publication Module stehen in engen Bezug. Wird ein Task mit einem S1000D Data Module oder S1000D Publication Module in der UoF Document verknüpft, ist die Angabe des Data Module Codes (DMC) als eindeutiger Kenner eines Datenmoduls verbindlich (bei Bedarf kann optional noch die Version hinzugefügt werden). Die Angabe des Publication Module Codes (PMC) ist konditional.
Verknüpfung zu externen Dokumenten außerhalb der S1000D	Bei Verknüpfung eines S3000L-Objektes mit einem externen Dokument sind die Informationen verbindlich, welche zur eindeutigen Identifizierung des externen Dokuments erforderlich sind (Minimum ist ein Dokumentenkenner, ein Name und eine Version).

Alle weiteren Daten/Informationen können als optional betrachtet werden.

Liste der Datenelemente der UoF **Document** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
<i>S1000DDataModule</i>	<i>dataModuleCode</i>	verbindlich
<i>S1000DDataModule</i>	<i>dataModuleInfoname</i>	optional
<i>S1000DPublicationModule</i>	<i>publicationModuleCode</i>	konditional
<i>S1000DPublicationModule</i>	<i>publicationModuleTitle</i>	optional
<i>ExternalDocument</i>	<i>documentIdentifier</i>	verbindlich
<i>ExternalDocument</i>	<i>documentTitle</i>	verbindlich
<i>ExternalDocument</i>	<i>documentType</i>	optional
<i>ExternalDocument</i>	<i>documentLocation</i>	optional
<i>S1000DDataModuleIssue</i>	<i>dataModuleIssueNumber</i>	optional
<i>S1000DPublicationModuleIssue</i>	<i>publicationModuleIssueNumber</i>	optional
<i>ExternalDocumentIssue</i>	<i>documentIssueIdentifier</i>	verbindlich
<i>ExternalDocumentIssue</i>	<i>documentIssueDate</i>	optional
<i>DocumentAssignment</i> ^{RC}	<i>documentAssignmentRole</i>	optional
<i>DocumentAssignment</i> ^{RC}	<i>documentPortion</i>	optional

^{RC} = relationship class

Anmerkung:

Bei einer Verknüpfung mit einem Dokument im S3000L-Datenmodell handelt es sich nicht um eine Verknüpfung im Sinne eines realen Dokuments, z.B. eine reale PDF-Datei in einem Dateisystem. Die Verknüpfung bezieht sich auf die Klassen im UML-Modell, in der typische Attribute für ein Dokument genutzt werden können, wie z.B. ein Dokumenten-Identifizier oder ein Dokumenten-Name.

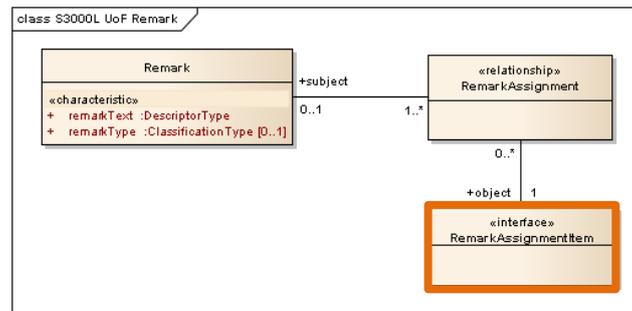
9.2.21. Die UoF Remark

Abbildung 78: UML-Darstellung der UoF Remark (Teil 1)

In der UoF **Remark** können Hinweise/Kommentare definiert werden. Diese können überall dort eingesetzt werden, wo zusätzliche Informationen in Form eines erläuternden Textes hilfreich sein können. Im S3000L-Datenmodell wird über die Interface-Klasse *RemarkAssignmentItem* die Möglichkeit zum Hinzufügen eines Hinweises/Kommentars für nahezu jedes Objekt im Datenmodell theoretisch ermöglicht (siehe Abbildung 79).

Die UoF **Remark** enthält keine Elemente, welche der Kern-LSA zuzuordnen wären. Hinweise/Kommentare sind immer optional. Für die Nutzung in einem Projekt sollte zu Beginn festgelegt werden, für welche Objekte erläuternde Hinweise/Kommentare sinnvoll sein können und daher implementiert werden sollen.

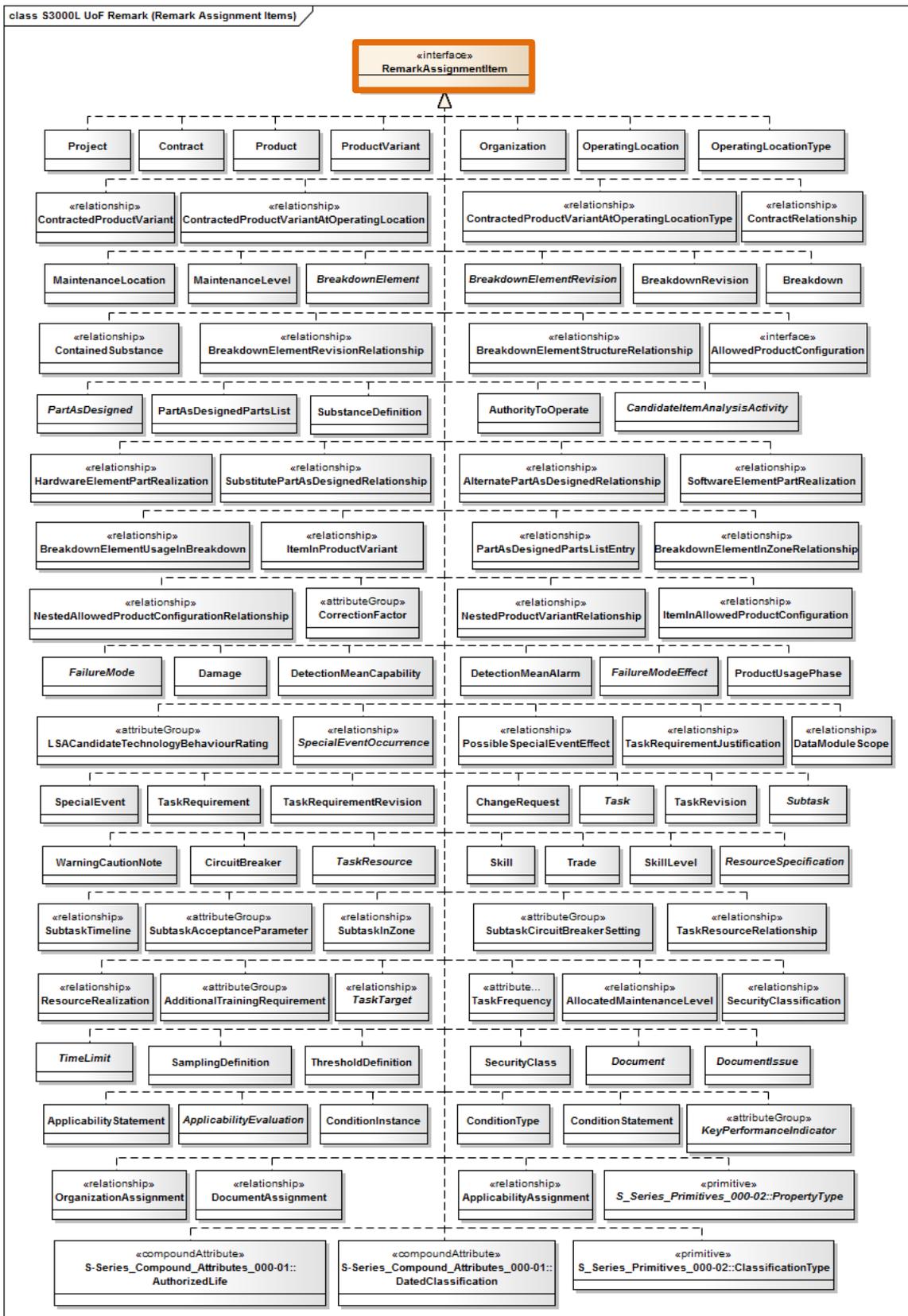


Abbildung 79: UML-Darstellung der UoF Remark (Teil 2)

9.2.22. Die UoF Applicability Statement

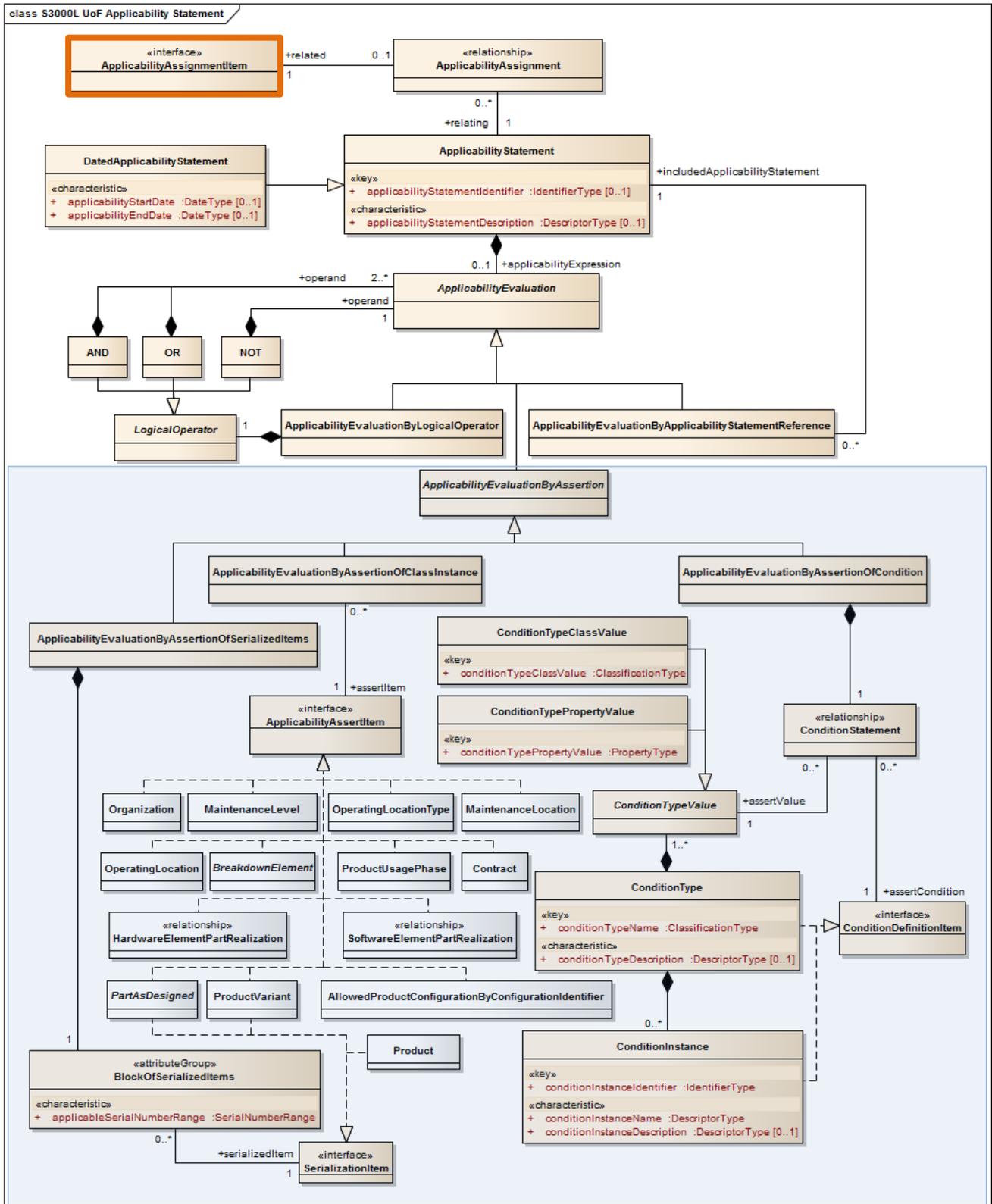


Abbildung 80: UML-Darstellung der UoF Applicability Statement (Teil 1)

In der UoF **Applicability Statement** können Gültigkeiten (Applicability) formuliert werden. Diese Gültigkeiten sind als zusätzliche Option nutzbar, falls die bereits existierenden Möglichkeiten in den

vorhergegangenen UoF bzw. durch Datendefinitionen in den Datentypen im Rahmen eines Projekts nicht ausreichend sind. Die Definition von Gültigkeitsbedingungen (applicability statements) kann im S3000L-Datenmodell sehr flexibel und nahezu beliebig komplex gestaltet werden. Im Folgenden werden die Möglichkeiten im Detail erläutert.

9.2.22.1. Definition der Gültigkeitsbedingungen

Allen Gültigkeitsbedingungen gemeinsam ist der „Verknüpfungspfad“ über die Interface-Klasse *ApplicabilityAssignmentItem* und die Relationship-Klasse *ApplicabilityAssignment*. Diese beiden Klassen verbinden die Objekte, denen eine Gültigkeitsbedingung zugeordnet werden kann (siehe Abbildung 83). Der „Startpunkt“ der Definition einer Gültigkeitsbedingung ist immer die Klasse *ApplicabilityStatement* bzw. deren Spezialisierung *DatedApplicabilityStatement* (zur zeitlichen Begrenzung einer Gültigkeitsbedingung). Hier kann, falls gewünscht, die Gültigkeitsbedingung mit einem optionalen Identifier und einer optionalen Bezeichnung versehen werden (empfiehlt sich bei kombinierten Gültigkeitsbedingungen).

Über Spezialisierungs-Klassen (*ApplicabilityEvaluation...*) können unterschiedliche Ausprägungen von einzelnen Gültigkeitsbedingungen formuliert werden (siehe blau hinterlegter Bereich in der Abbildung 80 und nachfolgende Tabelle):

Es werden drei „Grundelemente“ zur Beschreibung einer Gültigkeitsbedingung angeboten:

Klasse	Beschreibung/Beispiele
<i>ApplicabilityEvaluation</i>	Verbindende Klasse zur weiteren Spezialisierung der Definition einer einzelnen Gültigkeitsbedingung.
<i>ApplicabilityEvaluationByAssertion...</i>	<i>ApplicabilityEvaluationByAssertionOfClassInstance</i>
Wird weiter spezialisiert in die drei Grundelemente:	In diesem Kontext können Gültigkeitsbedingungen formuliert werden bezüglich bereits vorhandener Objekte (sprich Klassen) im S3000L-Datenmodell, wie beispielsweise:
<ul style="list-style-type: none"> - <i>AssertionOfClassInstance</i> - <i>AssertionOfCondition</i> - <i>AssertionOfSerializedItems</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Gültigkeitsbedingungen für Instandhaltungseinrichtungen (bestimmte Werkstätten an bestimmten Standorten) • Gültigkeitsbedingungen für Instandhaltungsstufen (z.B. Instandhaltungsstufe 2 darf nur bestimmte Tätigkeiten durchführen) • Gültigkeitsbedingungen für bestimmte Produktvarianten • Gültigkeitsbedingungen für Nutzungsphasen (Start eines Luftfahrzeugs, Lagerzeit)
	<i>ApplicabilityEvaluationByAssertionOfCondition</i>
	In diesem Kontext können Gültigkeitsbedingungen formuliert werden bezüglich sog. <i>Conditions</i> , wie beispielsweise:
	<ul style="list-style-type: none"> • Gültigkeitsbedingungen für Klima/Wetter (z.B. große Kälte, große Hitze, hohe Luftfeuchtigkeit) • Gültigkeitsbedingungen für bestimmte Zeiten (z.B. nachts, nur im Winter) • Gültigkeitsbedingungen für Nutzungsumgebung (z.B. auf See, unter Tage, unter Wasser)
	<i>ApplicabilityEvaluationByAssertionOfSerializedItems</i>
	In diesem Kontext können Gültigkeitsbedingungen formuliert werden bezüglich einer bestimmte Menge an serialisierten Geräten bzw. Komponenten, wie beispielsweise:
	<ul style="list-style-type: none"> • Gültigkeitsbedingung A für eine bestimmte Charge einer Produktion von Seriennummer 0001-0999 • Gültigkeitsbedingung B für eine bestimmte Charge einer Produktion von Seriennummer 1000-3999

9.2.22.2. Kombination der Gültigkeitsbedingungen

Zusätzlich zur Möglichkeit, einzelne Gültigkeitsbedingungen zu definieren, können diese kombiniert werden. Dadurch können nahezu beliebig komplexe Gültigkeitsausdrücke entstehen.

Klasse	Beschreibung/Beispiele
<i>ApplicabilityEvaluationby ApplicabilityStatementReference</i>	Ermöglicht das Hinzufügen einzelner Gültigkeitsbedingungen zu einer „übergeordneten“ Gültigkeitsbedingung, wie beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> Gültigkeitsbedingung 1 „nur im Winter“ und Gültigkeitsbedingung 2 „nur am Standort A“ werden zu einer Gültigkeitsbedingung 3 kombiniert ⇒ „nur im Winter am Standort A“.
<i>ApplicabilityEvaluationby LogicalOperator</i>	Ermöglicht das Kombinieren einzelner Gültigkeitsbedingungen über die logischen Operatoren „UND“ (AND), „ODER“ (OR) und „NICHT“ (NOT), wie beispielsweise: <ul style="list-style-type: none"> Es gilt Gültigkeitsbedingung 1 „nur im Winter“ <u>und</u> Gültigkeitsbedingung 2 „an Sonntagen“, aber <u>nicht</u> Gültigkeitsbedingung 3 „Produktvariante X“.

Anmerkung:

Die UoF Applicability Statement bietet einen sehr umfangreichen Gestaltungsspielraum. Diese hohe Flexibilität bietet i.d.R. weitaus mehr an, als für konkrete Projekte in der Praxis benötigt wird. Es wird daher empfohlen, immer zuerst zu analysieren, ob die bereits vorhandenen Möglichkeiten der anderen UoF nicht ausreichend sind, um alle Gültigkeitsinformationen im Rahmen eines Projekts abzudecken. Ist dies nicht der Fall, so sollte die Nutzung der UoF Applicability Statement genau definiert werden (⇒ Tailoring, z.B. im Rahmen der Erstellung eines LSA Guidance Documents). Die Objekte, die mit zusätzlicher Gültigkeitsinformation versehen werden, sind im Detail festzulegen. Ob Kombinatorik von Gültigkeitsbedingungen verwendet wird, und in welcher Form das geschieht, ist ebenfalls genau festzulegen.

9.2.22.3. Gültigkeitsbedingungen und verknüpfbare Objekte

Nach der Definition der Gültigkeitsbedingungen sind diese mit den S3000L-Objekten zu verknüpfen. Die Auswahl der Objekte (sprich Klassen), die mit einer Gültigkeitsbedingung verknüpft werden können, ist in Abbildung 83 dargestellt.

Beispiel:

Eine bestimmte Sicherheitseinstufung (company secret) soll nur für eine von 3 Organisationen (Code = F0129, Firmenname = „Firma A“) gültig sein:

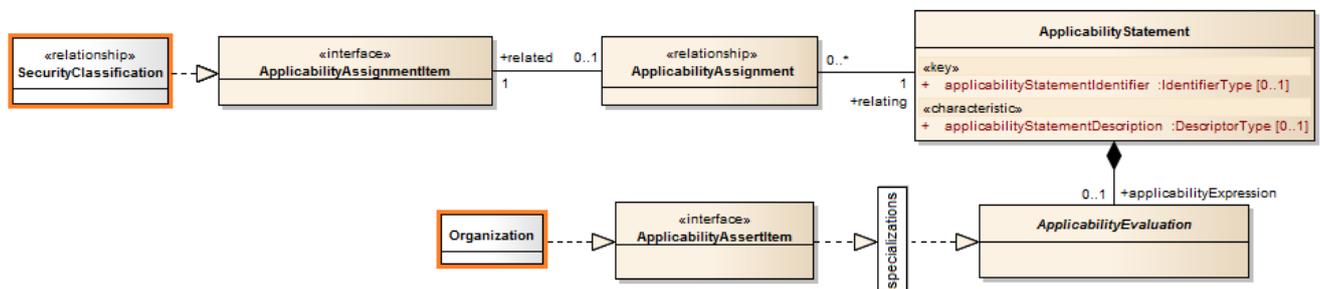


Abbildung 81: Gültigkeitsbedingungen - Beispiel, UML-Darstellung

ApplicabilitySecurityClassToOrganization				
securityClass	applicabilityStatementIdentifier	applicabilityStatementDescription	organizationIdentifier	organizationName
company secret			FA00129	Firma A

Abbildung 82: Gültigkeitsbedingungen - Beispiel, eine mögliche Tabellendarstellung

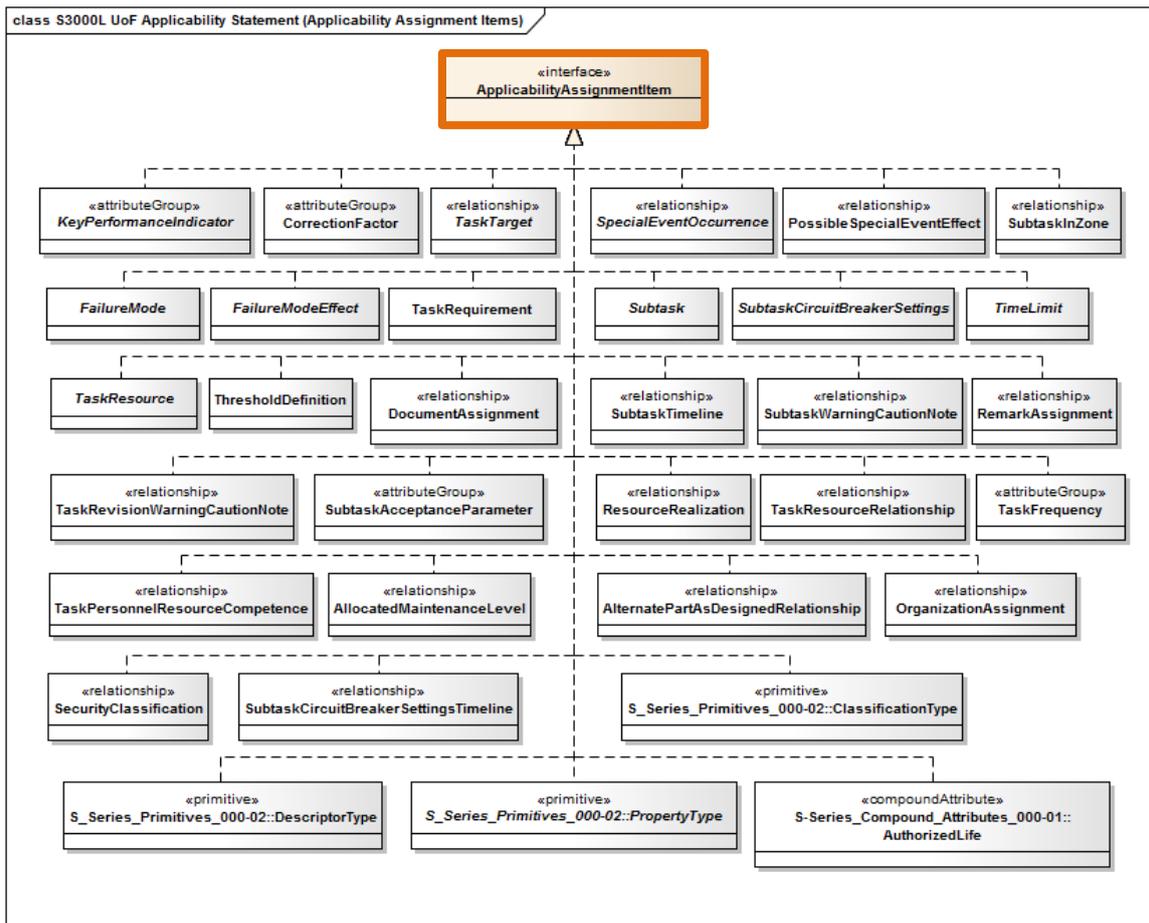


Abbildung 83: UML-Darstellung der UoF Applicability Statement (Teil 2)

Die UoF **Applicability Statement** enthält keine Elemente, welche der Kern-LSA zuzuordnen wären.

Liste der Datenelemente der UoF **LSA Candidate Applicability Statement** und deren Relevanz:

Klasse	Datenelement	Relevanz für Kern-LSA der Bundeswehr
ApplicabilityStatement	applicabilityStatementIdentifier	optional
ApplicabilityStatement	applicabilityStatementDescription	optional
DatedApplicabilityStatement	applicabilityStartDate	optional
DatedApplicabilityStatement	applicabilityEndDate	optional
ConditionTypeClassValue	conditionTypeClassValue	optional
ConditionTypePropertyValue	conditionTypeClassValue	optional
ConditionType	conditionTypeName	optional
ConditionType	conditionTypeDescription	optional
ConditionInstance	conditionInstanceIdentifier	optional
ConditionInstance	conditionInstanceName	optional
ConditionInstance	conditionInstanceDescription	optional
BlockOfSerializedItems	applicableSerialNumberRange	optional

9.3. Anhang C - Strukturierung von Maßnahmen in den LSA-Daten

Die Strukturierung von Maßnahmen im S3000L-Datenmodell basiert auf 4 Grundprinzipien:

- Grundprinzip 1: Maßnahmentypisierung
Die Spezifikation S3000L unterscheidet verschiedene Arten von Maßnahmen (im Datenmodell auch „Specialization“ genannt). Für jede Art von Maßnahme können auf der Ebene der Gesamtmaßnahme selbst Detailinformationen wie benötigtes Personal/Material oder erforderliche Infrastruktur hinzugefügt werden. Die Arten von Maßnahmen sind:
 - Maßnahme zur „**Behebung**“ eines Ereignisses (**Rectifying Task**)
Beispiel: Eine Reparaturmaßnahme oder der Austausch eines Geräts sind zur Behebung eines Fehlers (= Ereignis) möglich. Weitere mögliche Ereignisse sind z.B. Beschädigungen, Sonderereignisse oder das Erreichen einer Frist. Im Rahmen der Maßnahme sind verschiedene Arbeitsschritte durchzuführen, die entweder über Referenzen auf bereits bestehende Maßnahmen oder aus einzeln definierten Arbeitsschritten bestehen (siehe Beispiel in Kapitel 9.3.2).
 - Maßnahme zur **Unterstützung in Betrieb/Einsatz (Operational Task)**
Beispiel: Das Vorbereiten eines Fahrzeugs für den Seetransport ist eine Tätigkeit zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz. Die Begründung für die Maßnahme liegt hier nicht in der Behebung eines Ereignisses, sondern in einer Notwendigkeit im Zuge der Nutzung des Produkts (Operations Support). Innerhalb der Maßnahme werden verschiedene Arbeitsschritte durchzuführen sein, die entweder über Referenzen auf bereits bestehende Maßnahmen oder aus einzeln definierten Arbeitsschritten bestehen (analog zum Rectifying Task).
 - Maßnahme zur Beschreibung eines „**Bausteins**“ einer später übergeordneten Maßnahme (**Supporting Task**)
Beispiel: Der Ausbau eines Geräts aus einem Produkt oder das Zerlegen eines Geräts sind einzelne Maßnahmen, die für sich selbst gesehen aus einer Anzahl von Arbeitsschritten bestehen können (siehe Beispiel in Kapitel 9.3.1). Sie sind alleinstehend aber weder als behebbende Maßnahme, noch als Maßnahme zur Unterstützung im Betrieb/Einsatz ausreichend. In der Regel werden solche Maßnahmen als referenzierte Bausteine in den beiden anderen Maßnahmentypen genutzt, z.B. wird ein Ausbau eines Geräts innerhalb eines Gerätetausches als eine bereits vorhandene Zusammenstellung von Arbeitsschritten referenziert.
- Grundprinzip 2: Arbeitsschritt als kleinste Durchführungseinheit
Es gibt die Möglichkeit, einzelne Arbeitsschritte innerhalb einer Maßnahme zu definieren und mit Detailinformationen zu konkretisieren (z.B. Reihenfolge, benötigtes Personal/Material und eine genaue Beschreibung, wie der Arbeitsschritt durchzuführen ist).
- Grundprinzip 3: Referenzierung
Es gibt die Möglichkeit, bereits vorhandene Maßnahmen als Teil einer übergeordneten Maßnahme einzubinden (Referenzierungsmodell).
- Grundprinzip 4: Parallelität von Arbeitsschritten
Es gibt die Möglichkeit, parallele Arbeitsschritte zu definieren, d.h. mehrere Personen arbeiten gleichzeitig an einem Objekt, führen aber unterschiedliche und voneinander unabhängige Tätigkeiten durch (siehe Beispiel in Kapitel 9.3.3).

9.3.1. Beispiel 1 - Typischer Supporting Task

Ein typischer Supporting Task besteht aus einer Anzahl von einzelnen Arbeitsschritten, welche in einer festgelegten Reihenfolge abzarbeiten sind. Abbildung 84 zeigt die Struktur einer solchen „einfachen“ Maßnahme mit 8 Arbeitsschritten.

Task ID	Task Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
G3201-520A	Ausbau des Geräts G3201		1 x Aufbockgestell	ABG-01	22
AS ID	Beschreibung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
G3201-520A-AS01	Beschreibung Step1 ...	M1			1,0
G3201-520A-AS02	Beschreibung Step2 ...	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	2,0
G3201-520A-AS03	Beschreibung Step3 ...	M2	1 x Schraubendreher	W-KS#4	3,0
G3201-520A-AS04	Beschreibung Step4 ...	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	2,0
G3201-520A-AS05	Beschreibung Step5 ...	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	4,0
G3201-520A-AS06	Beschreibung Step6 ...	M1			2,0
G3201-520A-AS07	Beschreibung Step7 ...	M1, E1	1 x Mehrzweckzange	W-MZ#3	5,0
G3201-520A-AS08	Beschreibung Step8 ...	M1, M2			3,0

M1 (Person 1) = Mechaniker/Mechanikerin (Ausbildungsstufe Geselle)
M2 (Person 2) = Mechaniker/Mechanikerin (Ausbildungsstufe Meister)
E1 (Person 3) = Elektriker/Elektrikerin (Ausbildungsstufe Meister)

Abbildung 84: Typischer Supporting Task

Die Prinzipien der Strukturierung sind deutlich erkennbar:

- Die Arbeitsschritte werden sequentiell abgearbeitet
- Für jeden Arbeitsschritt können die dafür erforderlichen Ressourcen (hier Personal, Material) angegeben werden. Die Angabe auf Arbeitsschritzebene ist hier auch erforderlich, denn keine Ressource (Ausnahme Aufbockgestell) wird während der gesamten Maßnahme benötigt.
- Auf der Ebene der Gesamtmaßnahme können die dafür erforderlichen Ressourcen (hier Aufbockgestell) angegeben werden. Konkret heißt das hier im Beispiel, dass das Aufbockgestell während der gesamten Maßnahme benötigt wird. Diese Art der Angabe von Ressourcen wird auch verwendet, falls eine durchführende Person über die gesamte Maßnahme benötigt wird (klassisch für Maßnahmen, die von einer Person von Beginn bis zum Ende durchgeführt werden).
- Die Maßnahme kann mit zusätzlichen Informationen konkretisiert werden, z.B. mit der Angabe von Durchführungszeiten.

9.3.2. Beispiel 2 - Rectifying Task mit Referenzen

Ein typischer Rectifying Task besteht aus einer Anzahl von Referenzen und, falls erforderlich, aus zusätzlichen, einzelnen Arbeitsschritten.

Task ID	Task Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
G3201-600A	Reparatur A des Geräts G3201				86,0

SubTask ID	Arbeitsschritt-Beschreibung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST01	<i>Beschreibung Vorbereitung ...</i>	M1			3,0

SubTask ID	Subtask Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST02	Referenz auf G3201-421A Fehlersuche an G3201	M2	1 x Multimeter	VAM-12	8,0
AS ID	Arbeitsschritt-Beschreibung				
G3201-421A-AS01	<i>Beschreibung Test 1 ...</i>				2,0
G3201-421A-AS02	<i>Beschreibung Test 2 ...</i>				6,0

SubTask ID	Subtask Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST03	Referenz auf G5204-520A Abbau des Panels G5204	M1			7,0
AS ID	Arbeitsschritt-Beschreibung				
G5204-520A-AS01	<i>Beschreibung Abbau Step1 ...</i>				1,0
G5204-520A-AS02	<i>Beschreibung Abbau Step2 ...</i>		1 x Schraubendreher	W-KS#2	6,0

SubTask ID	Subtask Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST04	Referenz auf G3201-520A Ausbau des Geräts G3201		1 x Aufbockgestell	ABG-01	22
AS ID	Arbeitsschritt-Beschreibung				
G3201-520A-AS01	<i>Beschreibung Step1 ...</i>	M1			1,0
G3201-520A-AS02	<i>Beschreibung Step2 ...</i>	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	2,0
G3201-520A-AS03	<i>Beschreibung Step3 ...</i>	M2	1 x Schraubendreher	W-KS#4	3,0
G3201-520A-AS04	<i>Beschreibung Step4 ...</i>	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	2,0
G3201-520A-AS05	<i>Beschreibung Step5 ...</i>	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	4,0
G3201-520A-AS06	<i>Beschreibung Step6 ...</i>	M1			2,0
G3201-520A-AS07	<i>Beschreibung Step7 ...</i>	M1, E1	1 x Mehrzweckzange	W-MZ#3	5,0
G3201-520A-AS08	<i>Beschreibung Step8 ...</i>	M1, M2			3,0

SubTask ID	Arbeitsschritt-Beschreibung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST05	<i>Beschreibung Austausch defekte Komponente QD31-3 ...</i>	M1	1 x Aktuator	QD31-3	5,0

SubTask ID	Subtask Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
------------	---------------------	----------	-------------------	-------------	------------

➤ G3201-600A-ST06 Referenz auf G3201-720A Einbau des Geräts G3201		1 x Aufbockgestell	ABG-01	24	
AS ID	Arbeitsschritt-Beschreibung				
...	
SubTask ID	Subtask Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST07 Referenz auf G3201-340A Funktionstest G3201		M2			6,0
AS ID	Arbeitsschritt-Beschreibung				
...
SubTask ID	Subtask Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST08 Referenz auf G5204-720A Einbau des Panels G5204		M1			7,0
AS ID	Arbeitsschritt-Beschreibung				
...
SubTask ID	Arbeitsschritt-Beschreibung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Zeit [min]
➤ G3201-600A-ST09 <i>Beschreibung Nachbereitung</i>		M1			4,0
...

Abbildung 85: Typischer Rectifying Task mit 6 Referenzen und 3 eigenen Arbeitsschritten

In Abbildung 85 ist ein Beispiel dargestellt, dem ein 2-stufiges Referenzierungskonzept zugrunde liegt. D.h. die sog. Supporting Tasks bestehen ausschließlich aus „echten“ Arbeitsschritten (im S3000L-Datenmodell als „Subtask by Definition“ bezeichnet), die Rectifying Tasks (oder analog auch die Operations Support Tasks) bestehen aus Referenzen auf Supporting Tasks und eigenen „echten“ Arbeitsschritten. Dieses 2-stufige Referenzierungsmodell kann theoretisch im S3000L-Datenmodell auf weitere Stufen ausgedehnt werden. So ist es laut Datenmodell auch möglich, innerhalb eines Rectifying Tasks auf einen anderen Rectifying Task zu referenzieren. Ebenso ist es möglich, innerhalb eines Supporting Tasks auf einen anderen Supporting Task zu referenzieren. Diese offene Art der Referenzierung, welche im Prinzip der Vorgehensweise in der technischen Dokumentation nach S1000D entspricht, birgt Möglichkeiten, aber auch Risiken. Zu stark verschachtelte bzw. kaskadierte Referenzierungen (= nested references) erschweren oft die Lesbarkeit, Auswertbarkeit und auch die Pflfegbarkeit der LSA-Daten erheblich. Auch in der S3000L selbst wird auf das Risiko der „nested references“ hingewiesen. Prinzipiell ist die Vorgehensweise eines 2-stufigen Referenzierungskonzepts zu empfehlen (siehe auch Vorgehensweise zur Strukturierung von Maßnahmen in Kapitel 9.3.4).

Anmerkung:

Die Auswertung von Maßnahmen z.B. bzgl. des Personalbedarfs ist nicht immer sofort offensichtlich. Oftmals sind referenzierte Tasks dahingehend zu bewerten, ob das im Original-Task dokumentierte Personal auch wirklich das Gleiche ist wie im referenzierenden Rectifying Task oder Operations Support Task. Meist kann das Personal aus dem Supporting Task auch durch „höherwertig“ ausgebildetes Personal, welches im übergeordneten Task eingesetzt wird, ersetzt werden. Erst dadurch entsteht ein reales Bild bzgl. der Auslastung der verschiedenen Personen aus verschiedenen Fachgruppen und Ausbildungsstufen.

9.3.3. Beispiel 3 - parallele Tätigkeiten

Zur Erläuterung des Prinzips von parallelen Tätigkeiten wird das Beispiel 1 aus Kapitel 9.3.1 anders strukturiert. Dazu werden folgende Annahmen getroffen:

- Der Arbeitsschritt 7 kann parallel zu Arbeitsschritt 5 durchgeführt werden, Arbeitsschritt 6 muss vor Beginn von Arbeitsschritt 7 vollständig abgeschlossen sein (Bedingung A in Abbildung 87)
- Arbeitsschritt 6 kann parallel zu Arbeitsschritt 5 begonnen werden
- Arbeitsschritt 8 kann erst am Ende aller vorhergehenden Arbeitsschritte ausgeführt werden, in diesem Fall nach Arbeitsschritt 7 und auch nach Arbeitsschritt 5 (Bedingung B und C in Abbildung 87)

Die Darstellung von Maßnahmen mit mehreren parallelen Tätigkeitsschritten in Tabellenform ist möglich, wenn für den einzelnen Arbeitsschritt die Anfangszeit und die Arbeitsschritt-Dauer angegeben werden:

Task ID	Task Bezeichnung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner		Zeit [min]
G3201-520A	Ausbau des Geräts G3201		Aufbockgestell	ABG-01		18
AS ID	Beschreibung	Personal	Material/Werkzeug	Mat.-Kenner	Start bei [min]	Zeit [min]
G3201-520A-AS01	Beschreibung	M1			0,0	1,0
G3201-520A-AS02	Beschreibung	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	1,0	2,0
G3201-520A-AS03	Beschreibung	M2	1 x Schraubendreher	W-KS#4	3,0	3,0
G3201-520A-AS04	Beschreibung	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	6,0	2,0
G3201-520A-AS05	Beschreibung	M1	1 x Schraubendreher	W-KS#4	8,0	4,0
G3201-520A-AS06	Beschreibung	M1			8,0	2,0
G3201-520A-AS07	Beschreibung	M1, E1	1 x Mehrzweckzange	W-MZ#3	10,0	5,0
G3201-520A-AS08	Beschreibung	M1, M2			15,0	3,0

M1 (Person 1) = Mechaniker/Mechanikerin (Ausbildungsstufe Geselle)
M2 (Person 2) = Mechaniker/Mechanikerin (Ausbildungsstufe Meister)
E1 (Person 3) = Elektriker/Elektrikerin (Ausbildungsstufe Meister)

Abbildung 86: Parallele Tätigkeiten in einem Supporting Task

Besser als die tabellarische Darstellung ist die grafische Darstellung der Arbeitsschritte in einem sog. Gantt-Diagramm. Hier werden parallele Arbeitsschritte in Form eines Balkendiagramms über einer Zeitachse aufgetragen.

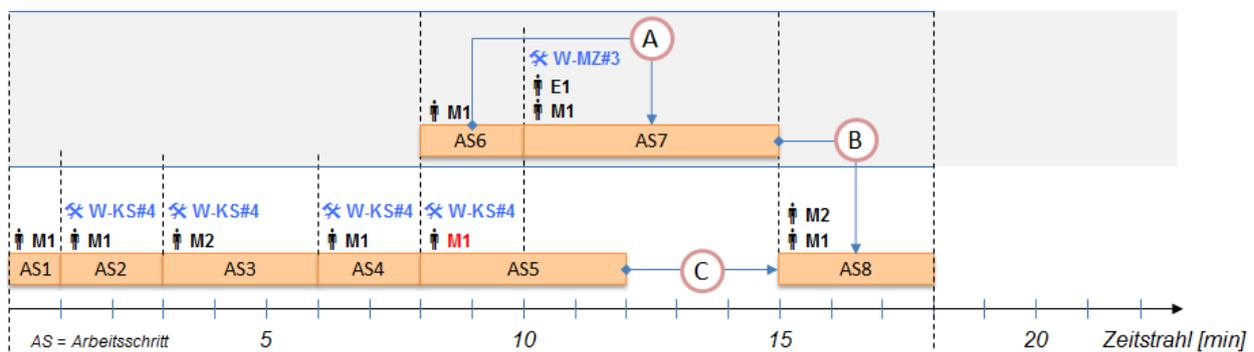


Abbildung 87: Parallele Tätigkeiten in einem Gantt-Diagramm

Die parallelen Tätigkeiten werden in einem Gantt-Diagramm deutlich sichtbar, die Notwendigkeit von zusätzlichen Ressourcen kann ebenfalls gut abgelesen werden. Im Vergleich zu Beispiel 1 aus Kapitel 9.3.1 ergeben sich folgende Änderungen:

- Die Gesamtdauer der Maßnahme verkürzt sich von 22 Minuten auf 18 Minuten
- Durch die parallele Arbeitsweise wird ein zusätzlicher Mechaniker/eine zusätzliche Mechanikerin der Ausbildungsstufe Geselle benötigt (parallele Arbeit in den Arbeitsschritten 5, 6 und 7).

Anmerkung:

Die zeitliche Straffung von Maßnahmen durch die parallele Durchführung mehrerer Tätigkeiten erfordert häufig zusätzliche Ressourcen. Es gilt abzuwägen, in welchem Verhältnis die Zeitersparnis gegenüber dem zusätzlichen Bedarf an Personal/Material steht. Je nach Priorität (Verfügbarkeit des Produkts versus Kosten) ist die Ausgestaltung der Maßnahmen vorzunehmen. Speziell bei großen Maßnahmen-Paketen (vorbeugende Instandhaltung!) ist die intelligente Gestaltung der Durchführung bzgl. Reihenfolge/Parallelität der einzelnen Tätigkeiten (teilweise mehrere hundert Arbeitsschritte) nicht immer einfach, denn es muss zusätzlich immer darauf geachtet werden, dass Tätigkeiten zum Teil voneinander abhängig sind und Ressourcen u.U. nur begrenzt verfügbar sind (Menge und Zeit).

9.3.4. Zusammenfassung Aufbau von Maßnahmen

Die Strukturierung von Maßnahmen in einzelne Arbeitsschritte im Rahmen einer MTA erscheint auf den ersten Blick einfach. Bei genauerer Betrachtung sind jedoch umfangreiche Tätigkeiten komplexere Gebilde, die genau analysiert und intelligent strukturiert werden müssen. Eine gute MTA zeichnet sich daher dadurch aus, dass auch bei der intensiven Verwendung des Referenzierungsmodells schnell und einfach zu erkennen ist, wie die Maßnahme durchzuführen ist und welche Ressourcen tatsächlich zu welchem Zeitpunkt erforderlich sind.

Vorgehensweise zur Strukturierung von Maßnahmen im Rahmen einer MTA:

Folgende Aspekte sind im Rahmen einer LSA Guidance Conference zu beachten und im PLK festzuschreiben:

- Die Anzahl der Referenzierungsebenen ist so weit wie möglich zu minimieren, um das Risiko von zu stark verschachtelten bzw. kaskadierten Referenzierungen (= nested references) zu minimieren. Das 2-stufige Referenzierungskonzept ist zu bevorzugen.
- Bei Auswertungen ist darauf zu achten, dass Ressourcen, welche in den referenzierten Tasks definiert sind, korrekt in den übergeordneten, referenzierenden Task übernommen werden. Dieses korrekte Aggregieren der Ressourcen ist umso entscheidender, je komplexer das genutzte Referenzierungskonzept ist.
- Bei der Ausplanung paralleler Arbeitsschritte ist die korrekte Zuweisung der Ressourcen zu beachten. Meist entsteht Mehraufwand an Personal/Material, der mit der potentiellen Zeiterparnis ins Verhältnis gesetzt werden muss.
- Die detaillierte Beschreibung von Tätigkeiten (u.U. aufbereitet mit Bildern, Illustrationen, Videos, etc...) ist Aufgabe der technischen Dokumentation. In den LSA-Daten ist eine kurze und knappe Beschreibung zu bevorzugen. Technische Richtigkeit (Reihenfolge, Abhängigkeiten, Warnhinweise, etc...) und korrekte Identifikation der erforderlichen Ressourcen ist in einer MTA zu priorisieren.
- Beispiele für die Strukturierung von Maßnahmen sind z.B. im PLK oder in einem projektspezifischen LSA Guidance Document vorzusehen.