

Studienarbeit
Technische Managementpläne und deren Beziehungen

Für die Abschlussprüfung zum Certified Systems Engineer (GfSE)[®] Ebene A

Juni 2025

Vorgelegt von

Holger Schmidt

29525 Uelzen

Soltauer Straße 4a

Email: holgeruwe@web.de

Datum: 08.06.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	<i>Problemstellung</i>	1
1.2	<i>Ziele der Studienarbeit</i>	2
1.3	<i>Roter Faden durch die Studienarbeit</i>	3
2	Prozessbeschreibungen	5
3	Der zentrale Managementplan	7
4	Prozesse und Prozessvorgaben	9
4.1	<i>Dokumentation von Prozessen und Prozessvorgaben</i>	9
4.2	<i>Formulierung von Prozessvorgaben</i>	11
4.3	<i>Erzeugen einer Nachverfolgbarkeit</i>	12
4.3.1	<i>Nachverfolgbarkeit von technischen Anforderungen in TED</i>	12
4.3.2	<i>Nachverfolgbarkeit von Prozessvorgaben in TMP</i>	13
4.3.3	<i>Verbindungstypen für Prozessvorgaben</i>	14
4.3.3.1	<i>Referenzen</i>	15
4.3.3.2	<i>Traces</i>	16
5	Erfassung und Nachweis der technischen Managementpläne	18
5.1	<i>Master Record Index</i>	18
5.2	<i>Master Record Index und visualisierte TMP-Dokumentenlandschaft</i>	18
5.3	<i>Vollständige TMP-Dokumentenlandschaft</i>	19
6	Statusmodell und Review	21
6.1	<i>Statusmodell</i>	21
6.2	<i>Reviews von TMP und Prozessvorgaben</i>	22
7	Beispiele und Entscheidungshilfen	24
7.1	<i>Beispiele Zuordnung Prozesse und Prozessvorgaben</i>	24
7.2	<i>Beispiele für Referenzen und Traces</i>	24
7.2.1	<i>Referenzen</i>	25
7.2.2	<i>Traces</i>	25
7.3	<i>Beispiel Master Record Index</i>	26
7.4	<i>Beispiel einer komplexen Dokumentenlandschaft</i>	26
7.5	<i>Entscheidungshilfen zum Abwägen von Aufwand und Nutzen</i>	26
8	Zusammenfassung	30
	sonstige Hilfsmittel	31
	Abkürzungsverzeichnis	31
	Literaturverzeichnis	32

<i>Bücher und Beiträge aus Sammelwerken</i>	32
<i>Internetquellen</i>	32

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Im Laufe eines Entwicklungsprojektes werden durch die technische Entwicklung viele Artefakte zur Beschreibung des zu erzeugenden Produktes erstellt. Neben diesen, als technische Entwicklungsdokumente (TED) bezeichneten Artefakten, besteht der Bedarf für weitere, essenziell wichtige Artefakte.

Diese weiteren Artefakte dienen dazu

- projektrelevante Prozesse zu beschreiben,
- auf die Prozesse abgestimmte Prozessvorgagen zu dokumentieren und
- inhaltlichen und organisatorische Voraussetzungen zur Erschaffung von Produkten zu erzeugen.

Artefakte, die diese Punkte im Fokus haben, werden folgend als technische Managementpläne (TMP) bezeichnet.

Eine grundsätzliche Einteilung der zwei Arten von Artefakten zeigt Abbildung 1. Sowohl für TED, als auch für TMP sind Beispiele von Artefakten angegeben.

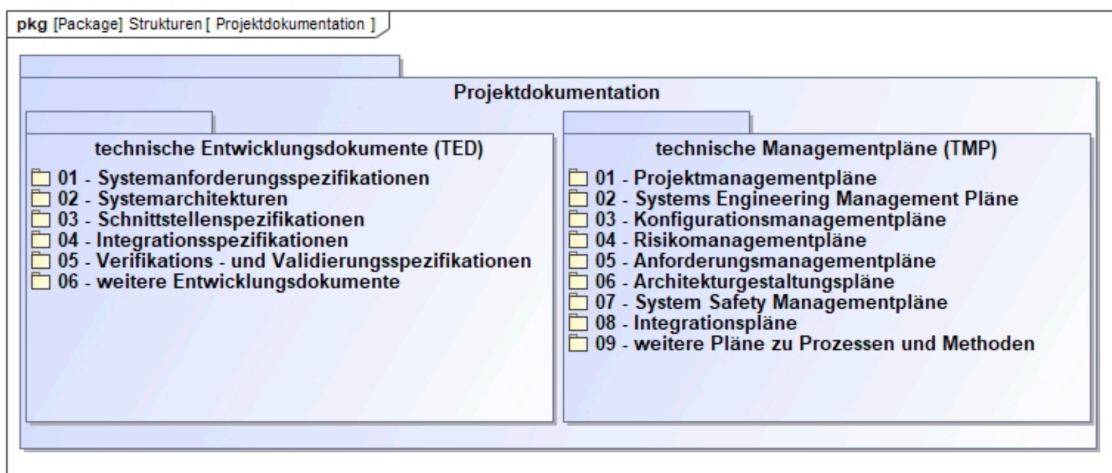


Abbildung 1: Projektdocumentation

Projektorganisationen haben in der Regel etablierte Vorgehen, die zu entwickelnden Produkte über eine Anzahl von TED zu beschreiben, bzw. zu spezifizieren. Es ist üblich, die TED miteinander zu verbinden und so eine als Traceability bezeichnete Abhängigkeit zwischen den TED und deren Inhalten herzustellen.

Wie sieht es aber mit der Dokumentation zu den Prozessen aus? Viele Prozesse können bestimmten TMP zugeordnet werden. Beispiele sind Prozessvorgaben zum Konfigurationsmanagement, welche in der Regel in einem Konfigurations-

managementplan beschrieben werden oder die Prozesse zum Anforderungsmanagement, welche in einem Anforderungsmanagementplan dokumentiert werden.

Die TMP fokussieren dabei Aspekte eines oder mehrerer Prozesse und definieren dazu die notwendigen Prozessvorgaben. Dabei stehen die TMP oft losgelöst und isoliert ohne gegenseitigen Bezug zu in anderen TMP beschriebenen Prozessen. Die Abhängigkeiten der Prozesse untereinander sind nicht direkt erkennbar, vorhandene Widersprüche oder fehlende Prozessvorgaben können nur erschwert identifiziert und behoben werden. Dieser Umstand führt dazu, dass die in den TMP beschriebenen Prozesse und Prozessvorgaben wenig zugänglich sind. Stakeholdern (z. B. der Geschäftsführung, Auditoren, Kunden usw.) fehlt der „rote Faden“ durch das Dickicht der TMP und dadurch auch durch die Vielfalt der in den TMP spezifizierten Prozessvorgaben. Infolgedessen werden diese Prozesse in ihrer Gänze nicht voll erfasst oder nur unvollständig umgesetzt.

Die nicht vorhandene Zugänglichkeit und Sichtbarkeit der Prozesse und Prozessvorgaben stellen aus Sicht des Autors in vielen Projektorganisationen die wesentlichen Hauptprobleme bei der Umsetzung von Prozessen mit den dazu gehörenden Prozessvorgaben dar.

Die entscheidende Frage ist demzufolge:

Wie gelingt es einer Projektorganisation aus der Masse an Prozessen und Prozessvorgaben die relevanten Inhalte für die jeweiligen Nutzer verfügbar zu machen?

1.2 Ziele der Studienarbeit

Mit dieser Studienarbeit stellt der Autor auf Basis von eigenen Erfahrungen Umsetzungsempfehlungen vor, die es ermöglichen,

- die Zugänglichkeit zu den in den TMP beschriebenen Prozessen und Prozessvorgaben durch den Aufbau einer TMP-Dokumentenlandschaft zu verbessern und
- dabei ein angemessenes Verhältnis von Aufwand und Nutzen zu wahren.

Diese Studienarbeit richtet sich dabei sowohl an unerfahrene oder kleinere, aber auch große Projektorganisationen.

Bei unerfahrenen oder kleineren Projektorganisationen fehlt oft die Erfahrung zum Aufbau einer Dokumentenlandschaft für TMP und der richtigen Skalierung von Aufwand und Nutzen.

Bei großen Projektorganisationen besteht die Herausforderung in der feingliedrigen Organisationsstruktur, da dadurch die Prozessverantwortlichkeiten stärker geschnitten und verteilt sind. Bei diesen Projektorganisationen verliert sich eher der Überblick der über viele Managementpläne verteilten Prozessvorgaben. Es besteht ein Risiko, dass die Prozessvorgaben mehrfach, lückenhaft oder gegebenenfalls nicht konsistent zueinander beschrieben werden.

Das vorliegende Dokument verfolgt aus diesem Grund folgende Ziele:

- Bereitstellen einer Übersicht über ausgewählte Prozesse,
- Verortung der aus den Prozessen abgeleiteten Prozessvorgaben in TMP,
- Darstellen der Vorteile zum Aufbau einer Dokumentenlandschaft für TMP über Verbindungen zwischen den TMP,
- Bereitstellen eines vereinfachten Review- und Freigabeprozesses,
- Beispiele und Entscheidungshilfen zur Skalierung einer angemessenen Anzahl an TMP und deren Verbindungen.

Es wird nicht der Anspruch erhoben vollständige, universell gültige Lösungen für jede Art von Projekten bereitzustellen. Schwerpunkt bilden maschinenbaugeprägte und funktionsorientierte technische Projekte und Projektorganisationen. Branchenabhängige, gesetzlich oder normativ geforderte zusätzliche Artefakte können nicht in aller Gänze berücksichtigt werden. Dies würde den Rahmen dieser Studienarbeit sprengen.

1.3 Roter Faden durch die Studienarbeit

In den folgenden Kapiteln werden einzelne Aspekte zur Erlangung einer strukturierten, konsistenten und nachvollziehbaren Dokumentenlandschaft für TMP und der in den TMP dokumentierten Prozesse und Prozessvorgaben vorgestellt. Abbildung 2 zeigt dazu einen roten Faden durch das Dokument.

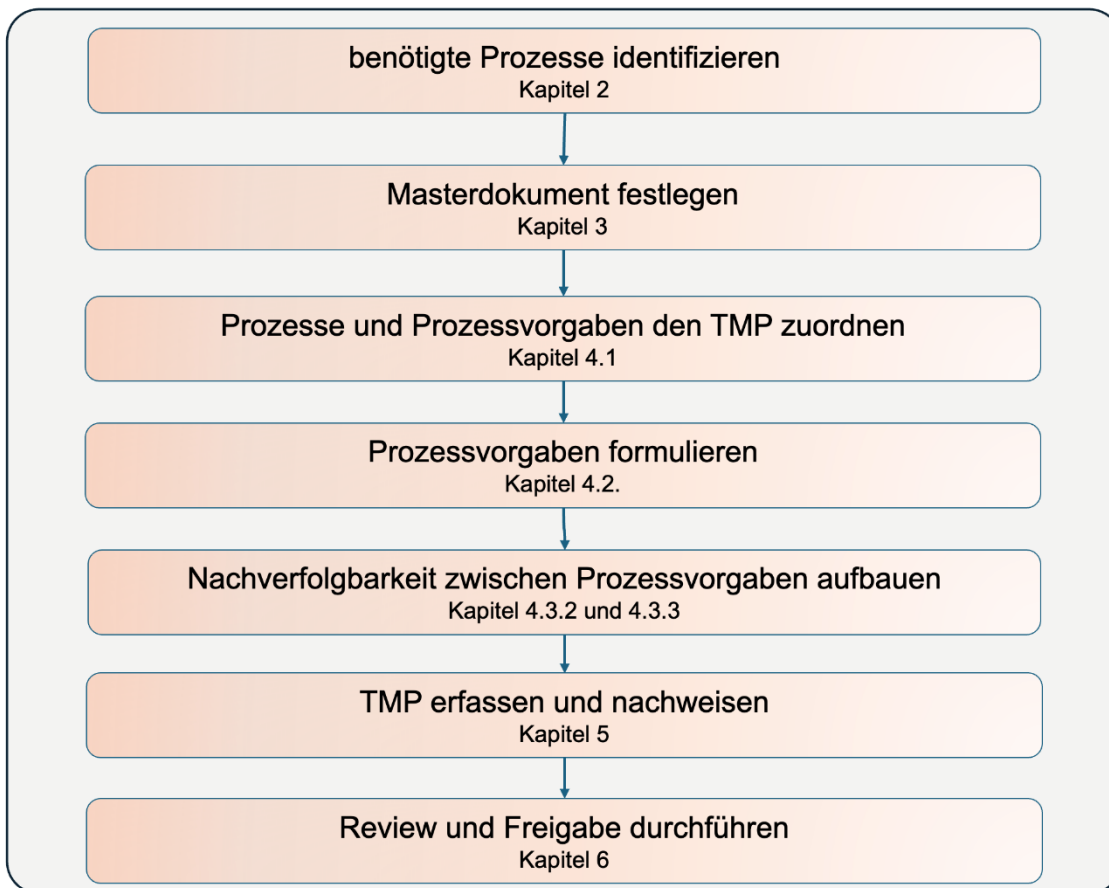


Abbildung 2: Ablauf zur Erstellung einer Dokumentenlandschaft

Es obliegt einer Projektorganisation, die für sie notwendigen und sinnvollen Schritte zu wählen und nach den eigenen Bedarfen anzupassen. Die vorgestellten Schritte stellen dabei keine Dogmen dar und können an die Bedarfe angepasst, erweitert oder nur auszugsweise verwendet werden.

2 Prozessbeschreibungen

Das INCOSE Systems Engineering Handbuch beschreibt in den Definitionen der technischen Managementprozesse und der technischen Prozesse Teilaspekte einer Produktentwicklung¹. Diese Prozesse werden durch projektspezifische Managementprozesse ergänzt, sodass sich eine große Anzahl von zu dokumentierenden Prozessen und daraus abgeleiteten Prozessvorgaben ergibt.

In den weiteren Ausführungen werden zum einfacheren Verständnis

- die technischen Managementprozesse,
- die technischen Prozesse und
- die projektspezifischen Prozessbeschreibungen

einheitlich als Prozesse bezeichnet und die aus den Prozessen abgeleiteten Vorgaben als Prozessvorgaben.

Die Auswahl der für eine Projektorganisation notwendigen Prozesse und der damit zu erstellenden Prozessvorgaben sollte in einer frühen Projektphase sorgfältig erfolgen. Prozesse sollen immer zu der Projektorganisation passen und folgende Aspekte berücksichtigen:

- Sind die Prozesse für den Lebenszyklus des Produktes notwendig (z. B. durch Randbedingungen, gesetzliche oder normative Vorgaben)?
- In welchem Umfang sind die Prozesse für den Lebenszyklus des Produktes notwendig?
- Welchen Mehrwert bietet die Erzeugung von Prozessvorgaben für die Projektorganisation?

Zur Verwendung in Beispielen, Abbildungen und Erklärungen wurden in dieser Studienarbeit die in Tabelle 1 dargestellten Prozesse gewählt. Kurze Beschreibungen schaffen einen Überblick zu den Inhalten.

Tabelle 1: Prozesse – Übersicht Prozesse und Kurzbeschreibung

Prozesse	Auszug zu möglichen Prozessvorgaben, Strategien, Aktivitäten und Inhalten
Projektplanung	Festlegung Projektziele, Projektstrukturpläne, Projektbudget, Bedarfe, Zeitpläne, Leistungskennzahlen

¹ vgl. Walden, D., Shortell, T. M., Roedler, G. J., Delicado, B. A., Mornas, O., Yew-Seng, Y. & Endler, D., INCOSE Systems Engineering Handbuch – Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten: INCOSE-TP-2003-002-04, Kapitel 2.3.4 und 2.3.5

Projektbewertung und -steuerung	Strategien und Vorgehensweisen, Statusberichte, Steuerungs-, und Änderungsanträge, Dokumentationen zur Bewertung und Steuerung, Dokumentationen zu Ergebnissen und Reviews
Entscheidungsmanagement	Vorgaben zur Entscheidungsfindung und Dokumentation zu allen projektrelevanten Entscheidungen
Risikomanagement	Erfassung, Einstufung, Bewertung, Überwachung und Umgang mit Risiken
Konfigurationsmanagement	Konfigurationsmanagement im Projekt, Konfigurationsbuchführung, Änderungslenkung, Konfigurationserfassung
Qualitätssicherung	Qualitätssicherungsmaßnahmen, Qualitätsüberwachung, -aufzeichnung und -verwaltung, Definition der Qualitätsziele
Anforderungsmanagement	Erzeugen von konsistenten und qualitativ hochwertigen Kunden- und Systemanforderungen inklusive Verfolgbarkeit und Verifikation
Architekturmanagement	Vorgaben zur Erzeugung einer konsistenten Architektur inklusive der notwendigen internen und externen Schnittstellen, Dokumentation von Architekturalternativen und deren Bewertung
Management der Systemicherheitstechnik	Prozessvorgaben zur Umsetzung von sicherheitsrelevanten Gesetzen und Normen
Integrationsmanagement	Vorgaben zur Integrationsreihenfolge, Integrationsmethoden, notwendige Hilfsmittel, Verantwortlichkeiten, Vorgaben zur Abstimmung zwischen Integration und Verifikation und Validierung (V&V)
Verifikations- und Validierungsmanagement	Vorgaben zur Durchführung von Verifikation und Validierung, Verifikationsmethoden und Regelungen zur Durchführung einer Validierung, Vorgaben zur Abstimmung zwischen Integration und V&V

3 Der zentrale Managementplan

Um aus den Prozessen abgeleitete Prozessvorgaben koordinieren zu können und um eine Verteilung der Vorgaben in geeigneten Artefakten vorzunehmen, bedarf es einer steuernden Rolle im Sinne eines „Masterdokumentes“. Dieses Masterdokument kann der Systems Engineering Management Plan sein.

Der Systems Engineering Management Plan gilt nach dem INCOSE Systems Engineering Handbuch als der wichtigste TMP² und kann damit die Aufgabe des zentral steuernden Managementplans übernehmen:

“Der Systems Engineering Management Plan (SEMP) ist der übergeordnete Plan zum Management des Aufwandes im Systems Engineering. Er definiert, wie das Projekt organisiert, strukturiert und durchgeführt wird und wie der gesamte Entwicklungsprozess gesteuert wird, um ein Produkt zu liefern, dass die Stakeholderanforderungen erfüllt. Der SEMP enthält auch die Festlegung der erforderlichen technischen Überprüfungen sowie deren Abnahmekriterien, der Methoden zur Steuerung von Änderungen und zur Bewertung von Risiken und Chancen sowie die Festlegung von anderen technischen Plänen und Unterlagen, die für das Projekt erstellt werden.”³

Mit Verweis auf typische Inhalte eines SEMP und den in vielen Projektorganisationen ebenfalls verbreiteten Projektmanagementplan (PMP) und dessen typischen Inhalte⁴ wird auf mögliche inhaltliche Überschneidungen zwischen einem SEMP und einem PMP hingewiesen. Für beide Pläne wird in der weiteren Beschreibung synonym der Begriff Systems Engineering Management Plan verwendet.

Sollte es aufgrund der gelebten Organisationspraxis für ein Projekt beide Artefakte geben, so wird empfohlen,

² vgl. Walden, D., Shortell, T. M., Roedler, G. J., Delicado, B. A., Mornas, O., Yew-Seng, Y. & Endler, D., *INCOSE Systems Engineering Handbuch – Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten: INCOSE-TP-2003-002-04*, Seite 98

³ vgl. o. V., *SEMP – GfSE-Wiki* – Zugegriffen 10. Dezember 2024.
<https://wiki.gfse.de/index.php?title=SEMP>

⁴ vgl. o. V., *Template Projektmanagementplan nach Hermes online* – Zugegriffen 5. Januar 2025.
<https://www.hermes.admin.ch/hermes5/de/projektmanagement/verstehen/ergebnisse/projektmanagementplan.html>

- den Projektmanagementplan (als Artefakt des Projektmanagements) als das Primärdokument für den SEMP zu definieren und
- den Systems Engineering Management Plan (als Artefakt der technischen Projektorganisation) als Sekundärdokument zum PMP zu definieren und inhaltlich aufeinander abzustimmen.

Die Begriffe Primärdokument und Sekundärdokument werden im Zusammenhang mit dieser Studienarbeit mit folgenden Bedeutungen verwendet:

- Primärdokument: ein Artefakt beschreibt Anforderungen oder Prozessvorgaben
- Sekundärdokument: ein Artefakt empfängt Anforderungen oder Prozessvorgaben zur weiteren Verarbeitung.

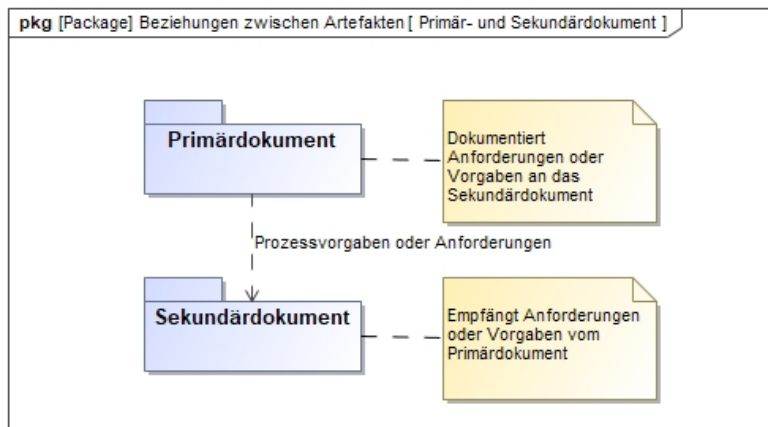


Abbildung 3: Beziehung zwischen einem Primär- und Sekundärdokument

4 Prozesse und Prozessvorgaben

4.1 Dokumentation von Prozessen und Prozessvorgaben

Besteht in einer Projektorganisation der Anspruch, dass Prozesse umgesetzt werden sollen, so müssen diese dokumentiert werden. Für die Umsetzung von Prozessen sind neben den Prozessbeschreibungen aber auch konkrete Prozessvorgaben notwendig.

Dokumentationen zu Prozessen enthalten demnach zwei wesentliche Bestandteile:

- die Beschreibungen zu den umzusetzenden Prozessen (z. B. Hintergründe, Randbedingungen, Bedarfe, Aufwände, Nutzen und Mehrwert) und
- die für die Projektorganisation aus den Prozessen abgeleiteten Prozessvorgaben (z. B. Umsetzungsvorgaben und Einschränkungen).

Eine Projektorganisation muss ein Bewusstsein dafür haben, dass die in den Artefakten beschriebenen Prozesse und Prozessvorgaben keinen Selbstzweck erfüllen. Sie sind in gleicher Weise bindend, wie die in TED beschriebenen Produktanforderungen. Das Verständnis zu den Prozessen und die Einhaltung der Prozessvorgaben dienen der Erreichung der Projektziele. Aus diesem Grund sind Prozessvorgaben mit technischen Produktanforderungen zu vergleichen.

Eine saubere Dokumentation von Prozessen und Prozessvorgaben erfüllt aber noch weitere Bedarfe außerhalb einer Projektorganisation:

- Erfüllung von Vorgaben zur Dokumentation von Prozessen durch interne und externe Kunden,
- gesetzliche und normative Vorgaben zur Dokumentation von Prozessen,
- Herstellen einer gleichen Planungs- und Kommunikationsbasis zu Prozessen über mehrere Projekte oder der gesamten Entwicklungsorganisation,
- Wiederverwertbarkeit von beschriebenen Prozessen und Prozessvorgaben.

Die Prozessvorgaben werden in TMP dokumentiert. Eine Projektorganisation sollte bei der Namensgebung darauf achten, dass „sprechende“ Namen für die jeweiligen TMP verwendet werden. Diese Namen sollen eine grobe Zuordnung

zu den in den TMP beschriebenen Prozessen und Prozessvorgaben erkennen lassen.

Mit Bezug auf die in Kapitel 2 aufgeführten Prozesse sind beispielhaft folgende Namen für TMP üblich und auch in der vorliegenden Arbeit verwendet:

- Anforderungs- und Architekturgestaltungsplan (A&AP),
- Architekturgestaltungsplan (AGP),
- Änderungsmanagementplan (AEMP),
- Anforderungsmanagementplan (AMP),
- Integrationsmanagementplan (IMP),
- Konfigurationsmanagementplan (KMP),
- Qualitätsmanagementplan (QMP),
- Projektmanagementplan (PMP),
- Risikomanagementplan (RMP),
- Systems Engineering Management Plan (SEMP),
- System Safety Management Plan (SSMP),
- Verifikations- und Validierungsmanagementplan (VVP).

Anmerkung:

In der weiteren textuellen Beschreibung werden die Namen der TMP ausgeschrieben. In Abbildungen und Tabellen werden die Abkürzungen verwendet.

In einer frühen Projektphase sollte in einer Projektorganisation entschieden werden, welche Prozesse eine Projektrelevanz haben. Im Rahmen dieser Überlegungen empfiehlt der Autor eine Übersicht zu erstellen, in denen die notwendigen Prozesse den Prozessverantwortlichen und konkreten TMP zugeordnet werden. Es bietet sich an, diesen Schritt mit der Namensfindung für die TMP zu kombinieren. Die generische Tabelle 2 zeigt Beispiele für mögliche Zuordnungen von Prozessen zu TMP. In der Tabelle ist ersichtlich, dass die Prozessvorgaben grundsätzlich in verschiedenen TMP dokumentiert werden könnten. Eine Zuordnung durch die Projektorganisation muss hier das Ziel verfolgen, einzelne Prozesse nach Möglichkeit nur in einem TMP zu beschreiben.

Tabelle 2: Verortung von Prozessen und Prozessvorgaben in TMP

Prozesse	mögliche Verortung in TMP
Projektplanung	PMP, SEMP
Projektbewertung, -steuerung	PMP, SEMP, QMP, AEMP,

Entscheidungsmanagement	PMP, SEMP, QMP, AMP, AGP
Risikomanagement	PMP, SEMP, RMP
Konfigurationsmanagement	PMP, SEMP, KMP, AMP, AGP
Qualitätssicherung	QMP, SSMP ⁵
Anforderungsmanagement	SEMP, RMP, QMP, A&AP, SSMP
Architekturmanagement	SEMP, A&AP, AGP
Management der Systemsicherheitstechnik	PMP, SEMP, RMP, SSMP
Integrationsmanagement	PMP, SEMP, IMP
Verifikations- und Validierungsmanagement	PMP, SEMP, VVP

Bei einer Ersterstellung einer Dokumentenlandschaft und einer ersten thematischen Zuordnung von Prozessen zu TMP kann auf Basis der Tabelle 2 eine projektspezifische Zuordnung erfolgen. Ein konkretes Umsetzungsbeispiel für eine Zuordnung von Prozessen, Prozessverantwortlichen und TMP ist in Kapitel 7.1, in Tabelle 4 zu finden.

4.2 Formulierung von Prozessvorgaben

Das in der Projektorganisation etablierte Wording für Prozessvorgaben soll nach Möglichkeit nicht abgeändert werden. Satzschablonen, wie die der Sophisten⁶, sind in der Formulierung hilfreich, aber aufwendig in der Umsetzung und beschreiben das Formulieren von Anforderungen für technische Inhalte in TED. Auch alle Qualitätskriterien für Anforderungen, wie zum Beispiel nach dem „Guide to Writing Requirements“ von INCOSE⁷, beziehen sich auf die Formulierung technischer Aspekte der Produktentwicklung. Bei der Formulierung von Prozessvorgaben empfiehlt der Autor den Fokus auf folgende drei Qualitätskriterien zu reduzieren:

- Sind die Prozessvorgaben verständlich?
 - Die Prozessverantwortlichen für ein Sekundärdokument müssen die Vorgaben verstehen können.
 - Die zur Umsetzung der Prozessvorgaben verantwortliche Projektorganisation muss die Vorgaben verstehen können.
- Sind die Prozessvorgaben im Projekt umsetzbar?

⁵ Anmerkung: Bei Entwicklungsanteilen mit einem Bezug zu Produktsicherheit oder funktionaler Sicherheit

⁶ vgl. Joppich, R., Queins, S., Rupp, C., Schöne, K., Stuy, A. & Vöge, A., Schablonen für alle Fälle von ‚Die Sophisten‘ – Zugriffen 31. Januar 2025. <https://de.scribd.com/document/671590217/MASTeR-Broschuere-3-Auflage-interaktiv>

⁷ Ryan und Wheatcraft, INCOSE-TP_2010006-04 Rev4.

- Die Prozessverantwortlichen für ein Sekundärdokument müssen die Vorgaben durch eine weitere Detaillierung umsetzen können.
- Die zur Umsetzung verantwortliche Projektorganisation muss die beschriebenen Prozessvorgaben mit den in der Organisation verfügbaren Möglichkeiten (z. B. Qualifikationen, Kapazitäten, Tools) umsetzen können.
- Ist die Erfüllung der Prozessvorgaben einfach nachweisbar?
 - Die Prozessverantwortlichen zur Umsetzung von Prozessvorgaben in einem Sekundärdokument müssen die Möglichkeiten besitzen, die Nachweise zur weiteren Detaillierung erbringen zu können.
 - Die zur Umsetzung der Prozessvorgaben verantwortliche Projektorganisation muss die Möglichkeiten besitzen, die Nachweise zur Umsetzung erbringen zu können.

4.3 Erzeugen einer Nachverfolgbarkeit

Prozessvorgaben wirken sich unter Umständen auch auf andere Prozesse aus. Sie beeinflussen also die Erzeugung anderer Prozessvorgaben oder stehen in Wechselwirkung zu anderen Prozessvorgaben. Als Beispiel dafür kann die gegenseitige Beeinflussung der Prozesse Integrationsmanagement und Verifikationsmanagement benannt werden.

Aus diesem Grund ergibt sich eine Notwendigkeit, die Beziehungen zwischen Prozessvorgaben herzustellen, kenntlich und nachverfolgbar zu machen, insbesondere dann, wenn diese über verschiedene TMP verteilt sind. Die entstehende Nachverfolgbarkeit ist ähnlich der, die auch zwischen den technischen Produktanforderungen in den TED erzeugt wird. Die Nachverfolgbarkeit von Beziehungen zwischen technischen Anforderungen in TED und zwischen Prozessen und Prozessvorgaben in TMP wird im Folgenden verglichen.

4.3.1 Nachverfolgbarkeit von technischen Anforderungen in TED

In der Produktrealisierung, bei der über Anforderungen, Architektur und Design über die verschiedenen Systemebenen die Produkte und Anforderungen in den TED immer atomarer zerlegt werden, ist es gängige Praxis, dass die Verbindungen über Traces, Ableitungen oder Zerlegungen nur in eine Richtung (unidirektional) erfolgen. Dabei stellt ein Primärdokument Anforderungen, welche durch das Sekundärdokument aufgegriffen und weiterverarbeitet werden. Dies stellt die

Nachverfolgbarkeit und damit einen Teil zur Nachweisführung einer korrekten Entwicklung sicher.

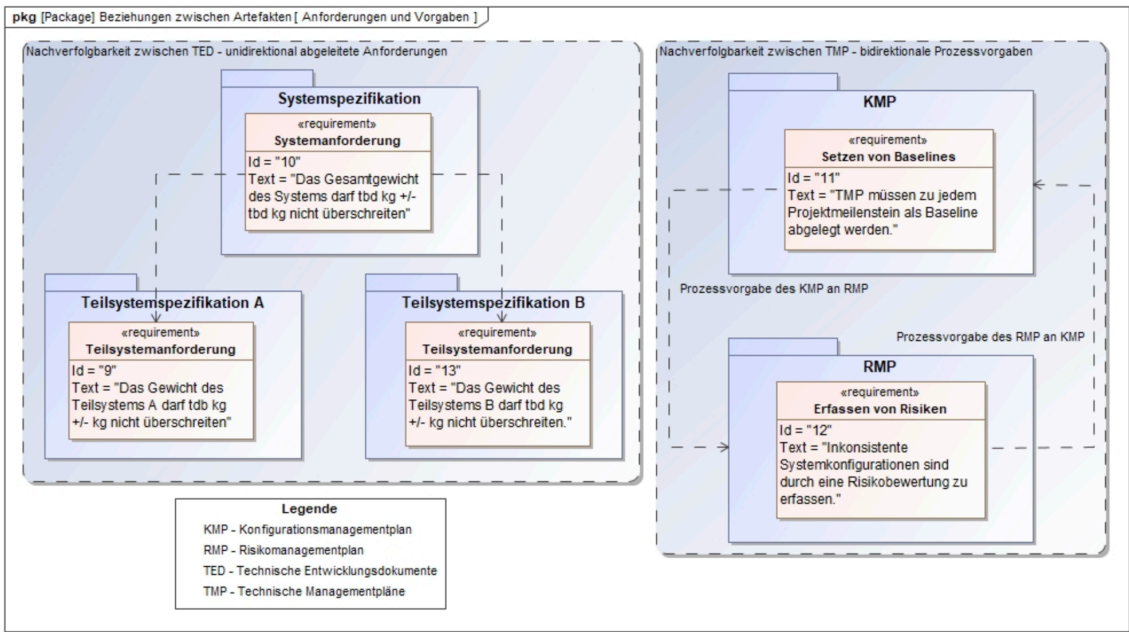


Abbildung 4: Vergleich Beziehungen zwischen TED und Beziehungen zwischen TMP

Die linke Seite in Abbildung 4 verdeutlicht für die TED das allgemeine Prinzip des Aufbaus einer Nachverfolgbarkeit zwischen Primär- und Sekundärdokumenten mit der Darstellung von Beziehungen zwischen einer Systemspezifikation (Primärdokument) und zwei Teilsystemspezifikationen (Sekundärdokumente).

4.3.2 Nachverfolgbarkeit von Prozessvorgaben in TMP

Für Prozessvorgaben in TMP ist es notwendig, von dem Prinzip der „unidirektionalen Verbindung“ abzuweichen und bei Bedarf „bidirektionale Verbindungen“ verwenden zu können. Bidirektionale Verbindungen bedeuteten, dass zwischen zwei TMP verschiedene Prozessvorgaben auch in beide Richtungen vorgegeben werden können. Die rechte Seite der Abbildung 4 stellt dazu ein Beispiel vor.

Im Beispiel ist es ersichtlich, dass Prozessvorgaben eines Konfigurationsmanagementplans zur Erstellung einer Baseline von TMP auch für den Risikomanagementplan gelten. Gleichzeitig gelten aber auch die Prozessvorgaben zur Risikobewertung für das Konfigurationsmanagement. Die Zuordnung von Primär- und Sekundärdokument wechselt hier, da jeder der beiden TMP Prozessvorgaben an den jeweils anderen TMP stellt.

Dies ist ein wesentlicher Unterschied zu den Empfehlungen der INCOSE oder der IREB® in Bezug auf unidirektionale Verbindungen.

Die Begründungen zur Notwendigkeit von bidirektionalen Verbindungen zwischen TMP sind:

- Um alle Prozessvorgaben von Primärdokumenten an die richtigen Sekundärdokumente (andere TMP) zu adressieren, sind bidirektionale Verbindungen zwischen TMP notwendig.
- Das Herstellen von nur unidirektionalen Verbindungen zwischen Managementplänen erzeugt eine ungenügende Kenntnis über Prozessvorgaben aus der Summe der TMP.

Anmerkung:

Normative Forderungen nach einer durchgängigen, unidirektionalen Nachverfolgbarkeit für Anforderungen aus den TMP sind dem Autor nicht bekannt.

4.3.3 Verbindungstypen für Prozessvorgaben

Für die Verbindungen von technischen Anforderungen sind in der Literatur eine Vielzahl von Beschreibungen zu verschiedenen Verbindungstypen

- zur Darstellung der richtigen Ableitungen von Anforderungen,
- den Nachweisen der Umsetzung,
- den realisierenden Blöcken und
- die korrekten Zuordnungen von Testfällen

zu finden (z. B. die Verbindungstypen Trace, Referenz, Satisfy, Derive, Verify usw. gemäß „SysML distilled“⁸). Für die Verbindungen von Prozessvorgaben aus TMP wird empfohlen, die Anzahl der verwendeten Verbindungstypen auf die zwei Verbindungstypen

- Referenzen und
- Traces

zu beschränken. Im Folgenden wird dargestellt, wie mit diesen zwei Verbindungstypen Prozesse und Prozessvorgaben in TMP verbunden werden können. Die Tabelle 3 am Ende dieses Kapitels fasst Vorteile der beiden Verbindungstypen zusammen.

⁸ vgl. Delligatti, L., *SysML distilled: a brief guide to the systems modeling language*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2014, chapter 11, Requirements Diagram

4.3.3.1 Referenzen

In den meisten Fällen ist davon auszugehen, dass schon einfache Referenzen zwischen TMP ausreichend sein werden, um Prozessvorgaben umzusetzen. Referenzen dienen einer losen Kopplung von Prozessvorgaben und der Umsetzung. Der Nachweis der Umsetzung kann durch eine Demonstration erfolgen. Es bedarf nicht zwingend einer Nachverfolgbarkeit im Sinne eines Hyperlinks oder einer anderen Art von aktiven Links zwischen einer Prozessvorgabe aus einem Primärdokument und der Umsetzung in einem Sekundärdokument.

Auf der linken Seite der Abbildung 5 wird die Verwendung von Referenzen (SysML-Syntax <<reference>>) anhand von zwei Beispielen dargestellt. In den Beispielen werden zwei Prozessvorgaben aus dem Primärdokument Systems Engineering Management Plan im Sekundärdokument System Safety Management Plan umgesetzt. Durch Demonstration kann der Nachweis erbracht werden, dass der korrekte Dokumententitel und die korrekte Dokumentennummer für das Sekundärdokument verwendet werden. Ein anderer Nachweis zur korrekten Umsetzung der Prozessvorgaben ist nicht notwendig.

Die Linien und Richtungspfeile in dem Beispiel auf der linken Seite der Abbildung 5 dienen nur zur Verdeutlichung der Abhängigkeit zwischen Primär- und Sekundärdokument. Die Verbindungen müssen nicht als aktive Links oder Hyperlinks existieren.

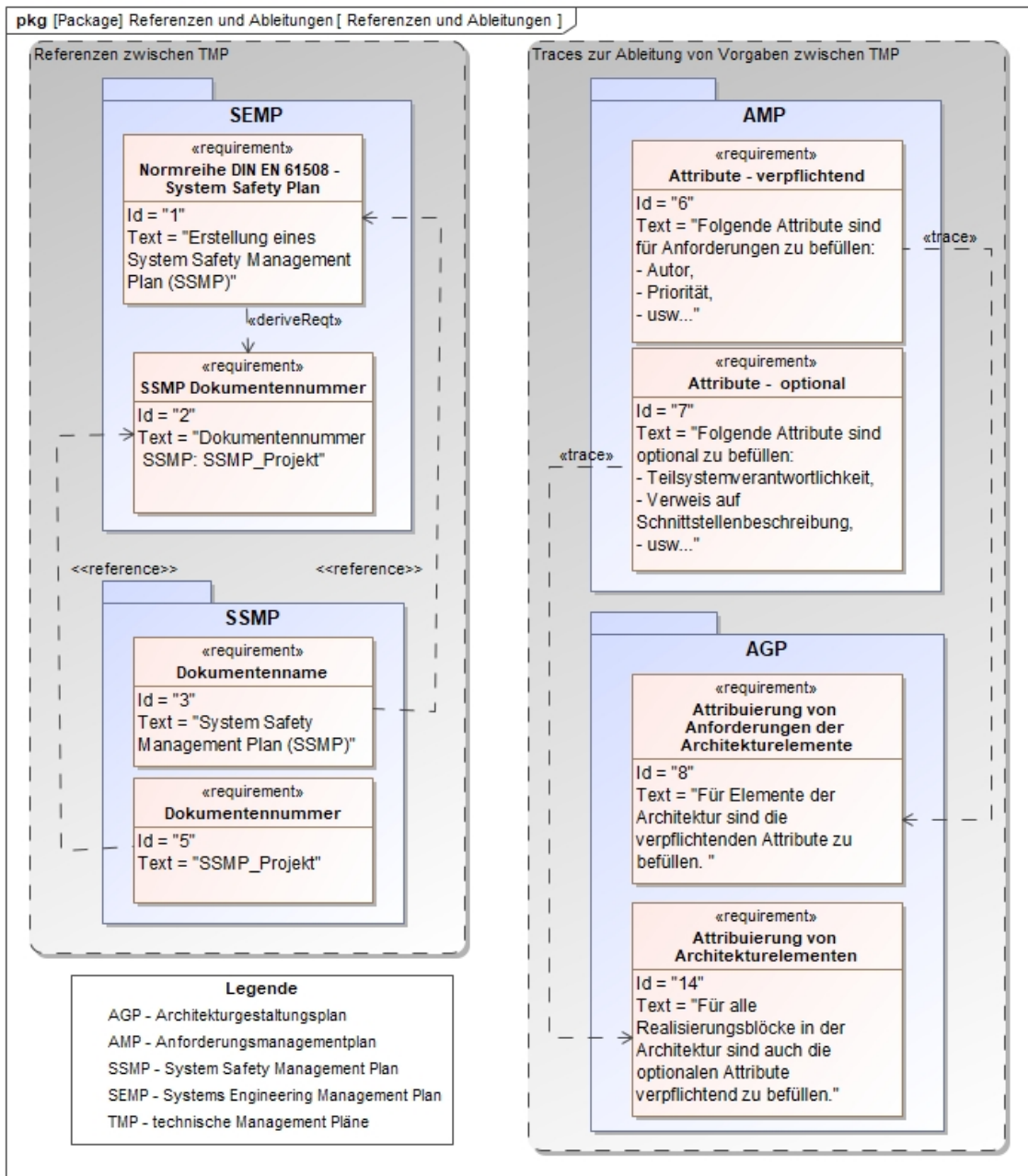


Abbildung 5: Prozessvorgaben als Referenzen und Traces

4.3.3.2 Traces

Erwächst aus den Prozessvorgaben eines primären TMP die Notwendigkeit, in einem sekundären TMP

- abgeleitete Prozessvorgaben zu erzeugen oder abzuleiten,
- Prozessvorgaben weiter zu detaillieren oder
- geforderte Nachweise zur korrekten Umsetzung von Prozessvorgaben zu erbringen (z. B. auf Grund normativer Forderungen),

so wird empfohlen, für diese Vorgaben mit Hilfe von Traces die Verbindungen zwischen Prozessvorgaben aus Primärdokument und der Umsetzung in

Sekundärdokumenten herzustellen. Traces entsprechen damit am ehesten den Vorgaben zum Aufbau einer Nachvollziehbarkeit, wie sie im Anforderungsmanagement in der Systementwicklung in den TED eingesetzt werden. Über Hyperlinks oder andere aktive Verlinkungen kann zwischen den Prozessvorgaben eines Primärdokumentes und der Umsetzung in Sekundärdokumenten verlinkt werden.

Die rechte Seite in Abbildung 5 zeigt dazu zwei Beispiele. In diesen Beispielen sind zwei Traces (SysML-Syntax <<trace>>) zwischen dem Primärdokument Anforderungsmanagementplan und dem Sekundärdokument Architekturgestaltungsplan dargestellt. Zwei Prozessvorgaben aus dem Anforderungsmanagementplan werden im Architekturgestaltungsplan aufgegriffen und detailliert.

Traces werden so erstellt, dass sowohl in dem Primärdokument als auch in dem Sekundärdokument die jeweiligen Zieladressen des anderen Artefakt angegeben sind. Dabei können eindeutige Identifizierungsnummern verwendet werden. Anforderungstools, aber auch die Verwendung von SysML, bieten hier komfortable Möglichkeiten zur automatischen Generierung von eindeutigen Identifizierungsnummern und aktiven Links und Hyperlinks.

Tabelle 3: Vergleich Vorteile von Referenzen und Traces

Referenzen	Traces
Weniger Aufwand in der Erstellung, da keine aktiven Verlinkungen zwischen Prozessvorgaben notwendig sind	Über die Verlinkung können Reviews oder Auswirkungsanalysen bei inhaltlichen Änderungen in TMP einfacher durchgeführt werden
Geeignet für die Umsetzung einfach zu erfüllenden Prozessvorgaben (z. B. die Verwendung eines bestimmten Dokumententitels)	Geeignet für die Umsetzung komplexerer Prozessvorgaben (z. B. von Vorgaben zur weiteren Ableitung von Prozessvorgaben)
Kein zeitlicher Bedarf zum Aufbau von aktiven Verlinkungen zwischen Prozessvorgaben in TMP	Verlinkungen über Hyperlinks ermöglicht die Navigation zwischen TMP oder zwischen Prozessvorgaben auch über mehrere Detaillierungsebenen hinweg

Im Kapitel 7.2 werden anhand weiterer konkreter Beispiele Referenzen und Traces für die Verwendung als Verbindungen zwischen TMP dargestellt.

5 Erfassung und Nachweis der technischen Managementpläne

5.1 Master Record Index

Der Nachweis der in der Projektorganisation vorhandenen TMP ist ein wichtiger Aspekt und sollte sorgfältig durchgeführt werden. Üblicherweise geschieht dies im Rahmen des Konfigurationsmanagements. Eine Möglichkeit zur Erfassung der TMP bietet ein Master Record Index⁹. Ein Master Record Index (MRI) erfasst allgemein notwendige Informationen zu Artefakten, um diese identifizieren zu können und die gültigen Ausgabestände, Ablageorte und Abhängigkeiten zu dokumentieren.

5.2 Master Record Index und visualisierte TMP-Dokumentenlandschaft

Eine weitere Möglichkeit ist die Darstellung einer TMP-Dokumentenlandschaft. Mit dieser Darstellung erzeugt man, neben den bereits vorhandenen Informationen in einem MRI, ein Verständnis für das Zusammenwirken und die Verbindungen zwischen TMP.

In der folgenden Abbildung ist eine einfache Dokumentenlandschaft bestehend aus vier TMP dargestellt. Diese Darstellung kann einen MRI ergänzen. Zu der in Abbildung 6 dargestellten TMP-Dokumentenlandschaft ist im Kapitel 7.3 der zugehörige Master Record Index dargestellt.

⁹ vgl. o.V., *Definition of Master Record Index (MRI) – Glossentry* – Zugriffen 10. März 2025.
<https://docs.bentley.com/LiveContent/web/AssetWise%20Director%20Help-v7/en/GUID-02DF412D-3016-4130-B68A-EE084297E27E.html>

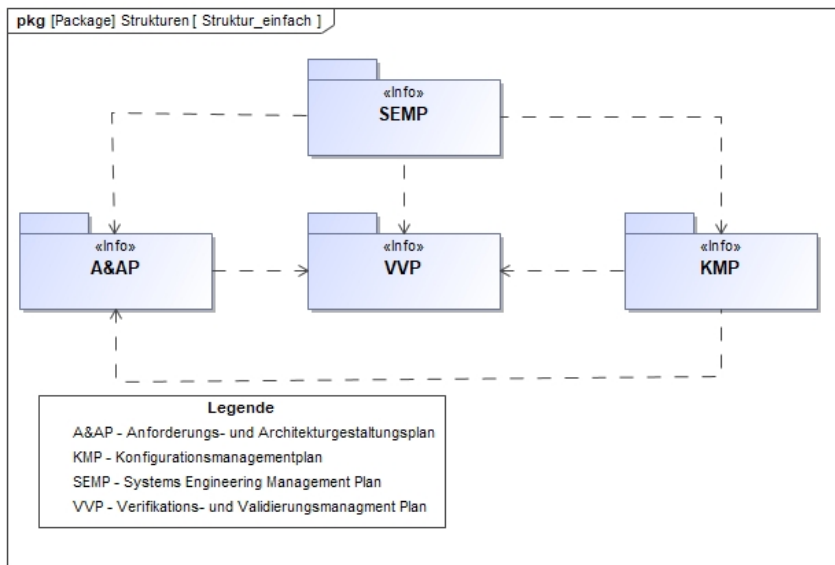


Abbildung 6: Beispiel TMP-Dokumentenlandschaft einfach

Vorteile einer visualisierten Dokumentenlandschaft sind:

- projektrelevante TMP werden in einer Darstellung sichtbar,
- Zusammenhänge aller TMP werden sichtbar und
- dargestellte (auch bidirektionale) Verbindungen liefern relevante Informationen über gegenseitige Einflüsse bei Updates von Primär- und Sekundärdokumenten.

5.3 Vollständige TMP-Dokumentenlandschaft

Eine Erweiterung einer visualisierten Dokumentenlandschaft zeigt die folgende Abbildung 7. Diese visualisierte Dokumentenlandschaft kombiniert die in Abbildung 6 enthaltenen Informationen mit den für einen MRI typischen Angaben. Durch die Zusammenfassung der Informationen aus MRI und visualisierter TMP-Dokumentenlandschaft in einer Darstellung verringert sich der Pflege- und Updateaufwand bei Änderungen.

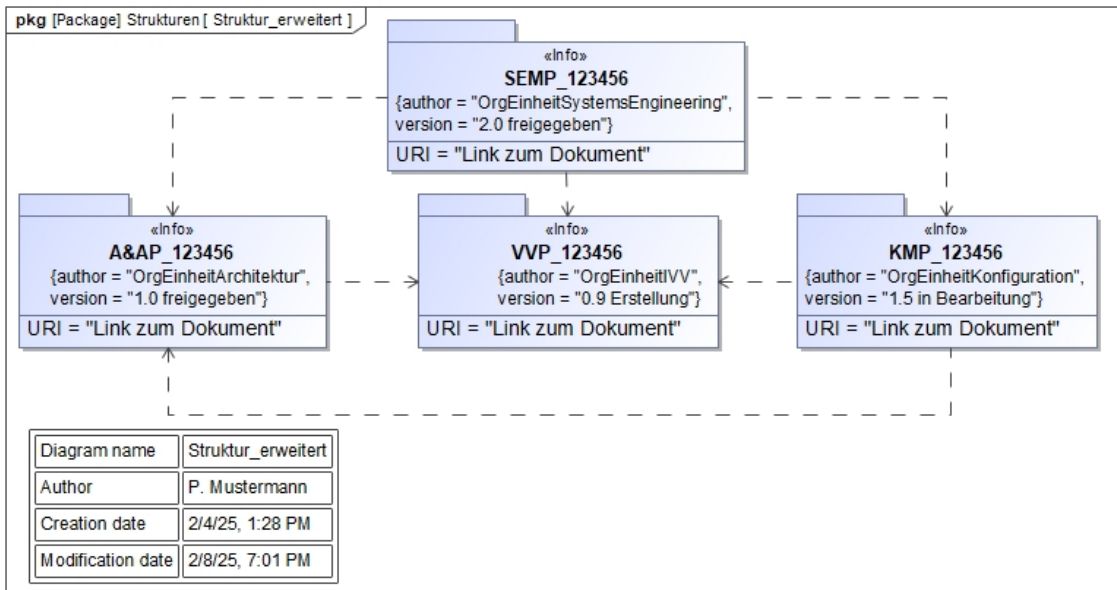


Abbildung 7: Beispiel vollständige TMP-Dokumentenlandschaft

Mögliche Entscheidungsgründe für die Verwendung eines MRI und einer ergänzenden Visualisierung oder einer Kombination aus Beiden können sein:

- Vorgaben aus der Projektorganisation und speziell des Konfigurationsmanagements zur Darstellung eines Master Record Index,
- vorhandene Prozesse und Methoden zur Erzeugung visualisierter Dokumentenlandschaften oder Dokumentenstrukturen,
- die bereits etablierte Verwendung von Modellen (z. B. SysML/UML) zur Erzeugung von Artefakten,
- das Vorhandensein von Fähigkeiten und Kapazitäten zur Erzeugung von Dokumentenlandschaften und
- Erwartungen und Vorgaben zu geplanten internen und externen Prüfungen (z. B. interne Qualitätssicherung, Auditierungen und Prüfungen durch Assessoren).

6 Statusmodell und Review

6.1 Statusmodell

Wie für TED sollte eine Projektorganisation auch für den Umgang mit TMP ein Statusmodell zur Überwachung des Status der Artefakte von der Erstellung bis zur Freigabe zur Verfügung haben. Ein Statusmodell zur Erstellung bis zur Freigabe der Anforderungen an das technische Produkt in TED zeigt die linke Seite der Abbildung 8. Dieses beispielhaft gewählte Statusmodell entspricht dem Standard-Statusmodell des Anforderungstools CodeBeamer¹⁰.

Solche komplexen Statusmodelle können auch für die TMP und deren Inhalte angewendet werden. Die Empfehlung ist aber, für das Review und die Freigabe von TMP ein vereinfachtes Statusmodell zu nutzen.

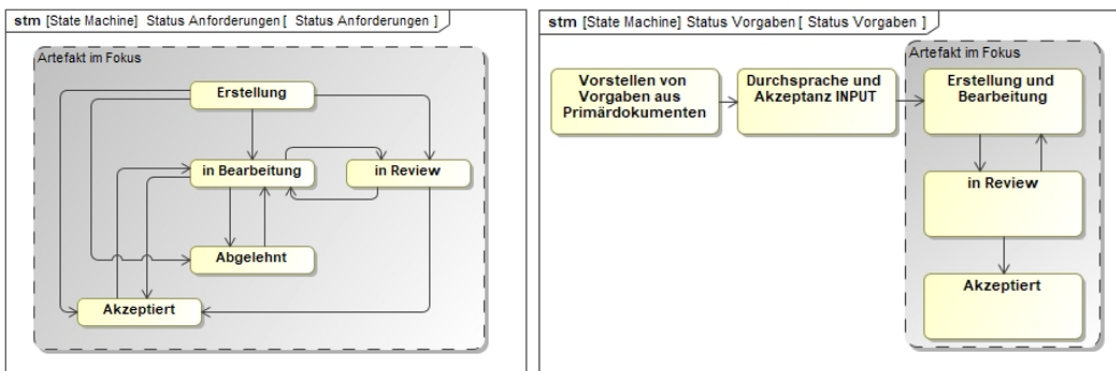


Abbildung 8: Vergleich von Statusmodellen für TED und TMP

Ein Beispiel für ein vereinfachtes Statusmodell ist auf der rechten Seite der Abbildung 8 im grauen Rahmen dargestellt und besteht aus nur drei Status.

Akzeptieren die Prozesseigner eines Artefakts im Fokus die Prozessvorgaben aus Primärdokumenten als Input, startet der Prozess zur Statusüberwachung für das Artefakt im Fokus. Die Prozesseigner erstellen und befüllen ihr Artefakt im Sinne der Prozessvorgaben und erzeugen die notwendigen Inhalte. Sobald die Bearbeitung abgeschlossen ist, werden diese im Rahmen eines Reviews bewertet und entweder akzeptiert oder in einer Iteration überarbeitet.

Als kritisch kann sich die Identifikation aller Abhängigkeiten zu Primärdokumenten erweisen. Hier lassen sich die Abhängigkeiten über die in 5.2 und Kapitel 5.3 vorgestellte visualisierte Dokumentenlandschaft identifizieren.

¹⁰ vgl. o. V., CodeBeamer Wiki – State Transition Diagram – Zugriffen 22. Februar 2025. <https://codebeamer.com/cb/wiki/1721267>

6.2 Reviews von TMP und Prozessvorgaben

Bei den TED kommen verschiedene Formen von Reviews zur Prüfung der Anforderungsqualität, wie

- Code Reviews,
- Sprint Reviews (in agilen Projektorganisationen)
- oder Projektreviews¹¹

zur Anwendung. Der Aufwand zur Durchführung dieser Reviews ist hoch, die Prozesse im Anforderungsmanagement sind mehrstufig.

Bei Reviews von TMP liegt der Fokus auf den Prozessvorgaben und deren weitere Verwendung in den TMP. Die wichtigsten Qualitätskriterien für die Prozessvorgaben wurden im Kapitel 4.2 beschrieben. Durch den Fokus auf die drei Qualitätskriterien Verständlichkeit, Umsetzbarkeit und Nachweisbarkeit kann der Aufwand zur Durchführung der Reviews reduziert werden.

In den Reviews lassen sich thematisch zusammenhängende Artefakte und Prozessvorgaben gleichzeitig prüfen. Abbildung 9 stellt dazu vier Möglichkeiten vor, die auch kombiniert werden können.

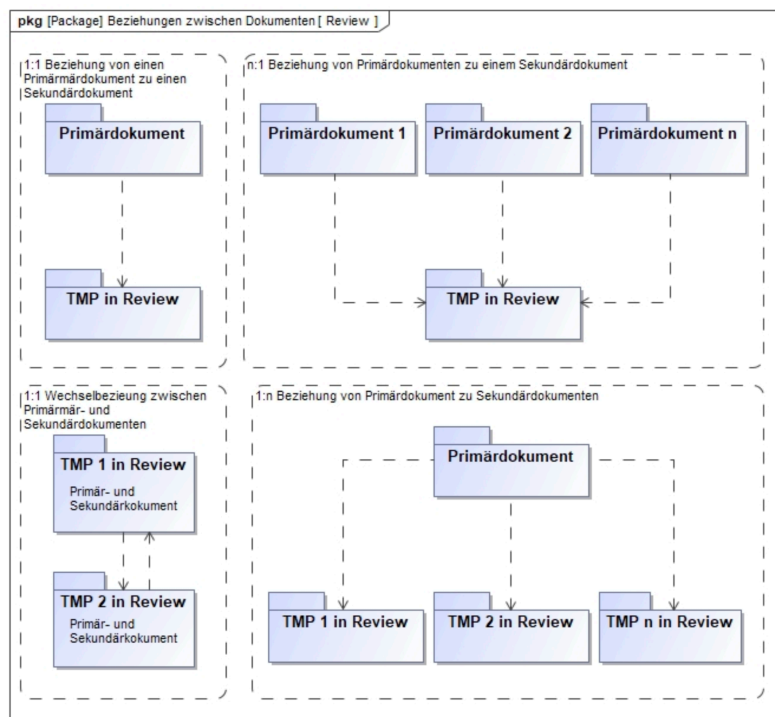


Abbildung 9: Kombination verschiedener TMP in Reviews

¹¹ vgl. o. V., Was ist ein Review? – Wissen kompakt – t2informatik – Zugriffen 02. März 2025. <https://t2informatik.de/wissen-kompakt/review/>

Die vier Möglichkeiten sind:

- Ein TMP in Review wird auf die korrekte Umsetzung von Prozessvorgaben aus einem Primärdokument geprüft (Abbildung 9, oben links).
- Ein TMP in Review wird auf die korrekte Umsetzung von Prozessvorgaben aus mehreren Primärdokumenten geprüft (Abbildung 9, oben rechts).
- Mehrere TMP mit gegenseitigen Abhängigkeiten als Primär- und Sekundärdokumente werden gleichzeitig in einem Review geprüft (Abbildung 9, unten links).
- Mehrere TMP in Review werden auf die korrekte Umsetzung von Prozessvorgaben aus einem Primärdokument geprüft (Abbildung 9, unten rechts).

Im Review muss zwischen der Prüfung von

- Prozessvorgaben, die über Referenzen (siehe Kapitel 4.3.3.1) verbunden sind und
- Prozessvorgaben, die über Traces (siehe Kapitel 4.3.3.2) verbunden sind

unterschieden werden.

Für die Prüfung von Referenzen wird es als ausreichend angesehen, wenn die Prozessvorgaben aus Primärdokumenten benannt werden (z. B. durch Vorlesen) und die Umsetzungen in den Sekundärdokumenten durch Demonstration nachgewiesen werden (z. B. durch Vorzeigen).

Werden Prozessvorgaben durch Traces zwischen einem Primärdokument und einem Sekundärdokument verbunden, so muss im Review sowohl die Verbindung zwischen den TMP geprüft als auch die inhaltlich korrekte Umsetzung nachgewiesen werden können. Da Traces für Prozessvorgaben mit einem größeren Einfluss auf die im Sekundärdokument beschriebenen Prozesse und abgeleiteten Prozessvorgaben haben, bedarf es bei der Prüfung im Rahmen des Reviews mehr Sorgfalt. Hier kann ein Vorteil des Verbindungstyps Traces genutzt werden, denn Traces erleichtern die Navigation zwischen den TMP.

Die Protokollierung von Reviews und der Review-Ergebnisse sollte entsprechend der in der Projektorganisation üblichen Form erfolgen. Es können die gleichen Protokolle verwendet werden, die auch für die Dokumentation von Reviews bei TED zur Anwendung kommen.

7 Beispiele und Entscheidungshilfen

In den folgenden Kapiteln werden Umsetzungsempfehlungen anhand von Beispielen und Entscheidungshilfen gegeben.

7.1 Beispiele Zuordnung Prozesse und Prozessvorgaben

In den ersten Planungsrunden sollte bereits zwischen allen Prozessbeteiligten einer Projektorganisation abgestimmt werden, welche Prozesse für ein Projekt beschrieben und definiert werden müssen. Die folgende Tabelle stellt beispielhaft eine erste Dokumentation zu den Prozessen, den Prozessverantwortlichen und der zu erzeugenden TMP mit einer konkreten Zuordnung von Rollen und Artefakten dar. Sollen Prozesse auf verschiedene TMP aufgeteilt werden, so soll dies so erfolgen, dass die Teilprozesse sinnhaft aufgeteilt werden und sich thematisch voneinander abgrenzen. Jeder der Teilprozesse sollte in der Prozessverantwortung einer verantwortlichen Rolle liegen und nur in einem TMP definiert werden. Ein Verteilen eines Teilprozesses über mehrere TMP soll vermieden werden, aber Zusammenfassungen von Prozessen in einem TMP sind möglich.

Tabelle 4: Zuordnung von Prozess, Prozessverantwortung und Prozessdokumentation

Prozess	Prozessverantwortlich	Prozessdokumentation
Projektplanung	<i>Systems Engineering Manager</i>	<i>Systems Engineering Management Plan (SEMP) - Masterdokument</i>
Projektbewertung, Projektsteuerung		
Entscheidungsmanagement		
Risikomanagement		
Konfigurationsmanagement	<i>Konfigurationsmanager</i>	<i>Konfigurationsmanagementplan (KMP)</i>
Anforderungsmanagement	<i>Anforderungsmanager</i>	<i>Anforderungs- und Architekturgestaltungsplan (A&AP)</i>
Architekturmanagement		
Integrationsmanagement	<i>Integrations- und Verifikationsmanager</i>	<i>Verifikations- und Validierungsmanagementplan (VVP)</i>
Verifikations- und Validierungsmanagement		
Qualitätssicherung	<i>Qualitätsmanager</i>	<i>Qualitätsmanagementplan (QMP)</i>

7.2 Beispiele für Referenzen und Traces

Die in Kapitel 4.3.3 vorgestellten Referenzen und Traces zur Verknüpfung von Prozessvorgaben aus Primärdokumenten mit den abgeleiteten Prozessvorgaben in Sekundärdokumenten wird in folgenden Beispielen zu einer konkreten Umsetzung dargestellt. Dazu werden Prozessvorgaben aus dem Primärdokument

Systems Engineering Management Plan in dem Sekundärdokument Konfigurationsmanagementplan umgesetzt, bzw. weiter detailliert.

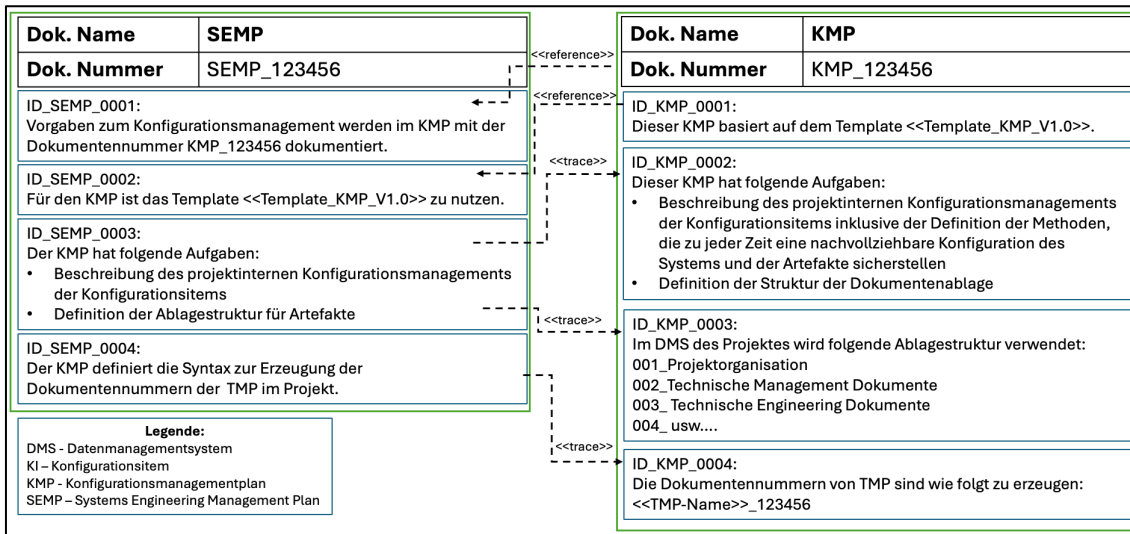


Abbildung 10: Beispiele zur Nutzung von Referenzen und Traces

7.2.1 Referenzen

In Abbildung 10 sind beispielhaft Referenzen durch den Verbindungstyp Referenz <<reference>> dargestellt.

Es werden Prozessvorgaben aus einem Systems Engineering Management Plan (Abbildung 10, links) zur Verwendung eines Dokumententitels, einer Dokumentennummer und eines vorgegebenen Templates im Konfigurationsmanagementplan (Abbildung 10, rechts) umgesetzt. In einem Review kann der Nachweis der korrekten Umsetzung der Prozessvorgaben durch einfache Demonstration erbracht werden.

7.2.2 Traces

In Abbildung 10 sind beispielhaft Traces durch den Verbindungstyp Trace <<trace>> dargestellt.

Es werden Prozessvorgaben aus einem Systems Engineering Management Plan (Abbildung 10, links) in einem Konfigurationsmanagementplan (Abbildung 10, rechts) weiter detailliert, bzw. durch konkrete Beschreibungen zur Umsetzung für die Verwendung im Projekt vorgegeben. Die Verwendung des Verbindungstyp Trace ermöglicht in diesen Beispielen eine bessere Nachvollziehbarkeit zur korrekten Ableitung oder Detaillierung der Prozessvorgaben. Durch die Traces kann jederzeit der Ursprung der Prozessvorgaben auch über mehrere TMP nachvollzogen werden.

7.3 Beispiel Master Record Index

Abbildung 6 zeigt eine einfache Dokumentenlandschaft, bestehend aus vier TMP. In der folgenden Tabelle wird ergänzend zu dieser Abbildung ein entsprechender Master Record Index dargestellt.

Tabelle 5: TMP Master Record Index

Dok. Name	Dok. Nr.	Version	Ablage
A&AP	A&AP_123456	1.0 freigegeben	Link
KMP	KVP_123456	1.5 in Bearbeitung	Link
SEMP	SEMP_123456	2.0 freigegeben	Link
VVP	VVP_123456	0.9 Erstellung	Link

7.4 Beispiel einer komplexen Dokumentenlandschaft

Ein Beispiel für eine Dokumentenlandschaft, bei der eine Vielzahl der im Kapitel 4.1 aufgeführten TMP Verwendung finden, zeigt die folgende Abbildung 11. Bidirektionale Verbindungspfeile zeigen, dass die Beziehungen zwischen Primär- und Sekundärdokument wechseln.

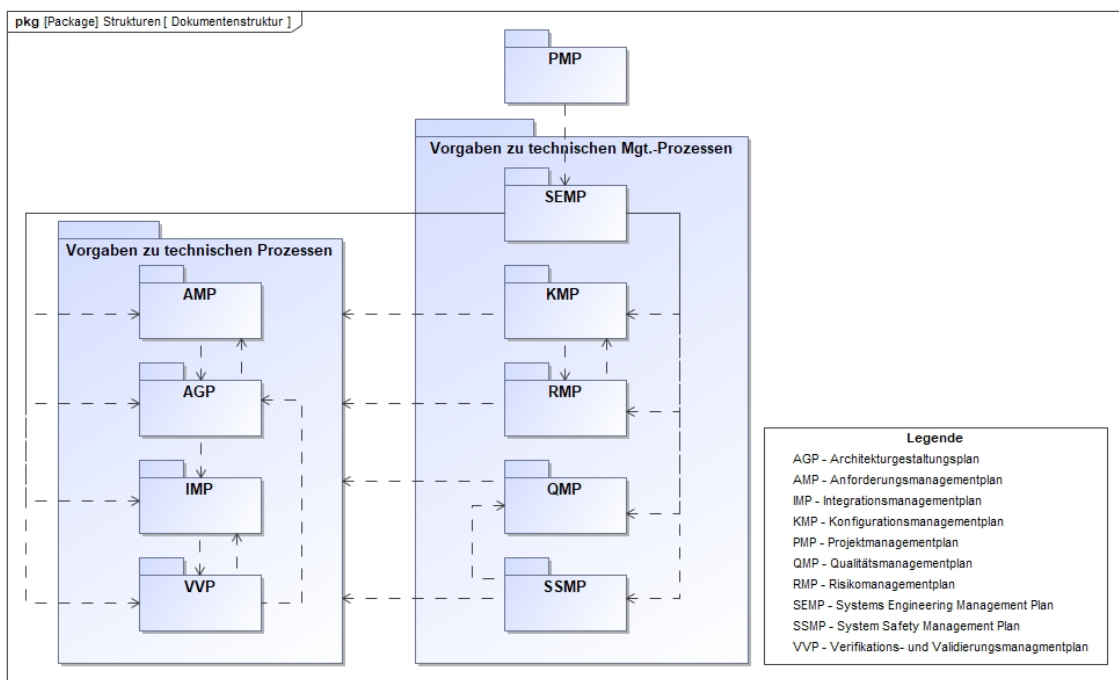


Abbildung 11: komplexe Dokumentenlandschaft zwischen TMP

7.5 Entscheidungshilfen zum Abwägen von Aufwand und Nutzen

Folgende Fragen und Empfehlungen bieten eine Orientierungshilfe für ein projektspezifisches Tailoring zu ermöglichen. Die Fragen gliedern sich entsprechend dem im in dieser Arbeit beschriebenen Ablauf.

Anzahl der zu erstellenden technischen Managementpläne

Frage: Wie viele Prozessverantwortliche (Personen oder Rollen) gibt es in der Projektorganisation im Vergleich zur Anzahl der zu erstellenden TMP?

Empfehlung: Die Anzahl der zu erstellenden TMP sollte kleiner/gleich der Anzahl der Prozessverantwortlichen sein.

Frage: Kann die Verantwortung verschiedener Prozesse gebündelt werden?

Empfehlung: Es sollte eine Prüfung erfolgen, ob thematisch zusammenhängende Themen bei einem Prozessverantwortlichen (Personen oder Rolle) gebündelt werden können. Gegebenenfalls kann dadurch die Anzahl der TMP durch thematische Bündelung von Themen verringert werden. Typische Beispiele dafür sind gemeinsame und gebündelte Prozessvorgaben

- zum Anforderungs- und Architekturmanagement in einem TMP,
- zum Konfigurations- und Änderungsmanagement in einem TMP,
- zur Projektplanung und Projektbewertung in einem TMP,
- zum Risiko- und Problemmanagement in einem TMP oder
- zum Integrations-, Verifikations- und Validierungsmanagement in einem TMP.

In kleinen Projektorganisationen kann auch ein Systems Engineering Management Plan ausreichend sein, um alle relevanten Prozessvorgaben zu beschreiben.

Frage: Wie dokumentiert man gesetzliche oder normative Vorgaben zu bestimmten Prozessen?

Empfehlung: Eine Prüfung von Prozessvorgaben auf Grund gesetzlicher oder normativer Vorgaben sollte zwingend erfolgen. Typische Beispiele dazu sind Vorgaben zur funktionalen Sicherheit oder zur Cyber Security. Dies ist vor allem deshalb wichtig, weil diese Prozessvorgaben Einfluss auf andere Prozesse haben und in geplanten TMP eingebunden werden müssen. So beeinflusst das Thema funktionale Sicherheit viele Prozessvorgaben (z. B. Qualitätsmanagement, Anforderungsmanagement oder

Projektplanung) und muss in der entsprechenden TMP Berücksichtigung finden. Unter Umständen sollte eine Projektorganisation auch die Entscheidung treffen, zu gesetzlichen oder normativen Vorgaben eigene Prozessvorgaben zu spezifizieren. Die Dokumentation dieser Prozessvorgaben kann bei Bedarf auch in eigenen TMP erfolgen.

Darstellung der zu erstellenden TMP

Frage: Soll ein Master Record Index erstellt werden oder lohnt sich die Erstellung einer visualisierten TMP-Dokumentenlandschaft?

Empfehlung: Ist eine Wiederverwendung einer Dokumentenlandschaft vorgesehen oder wird die alternative Verwendung einer visualisierten Darstellung durch einen Assessor oder Auditor anerkannt, dann bietet dies Vorteile gegenüber eines Master Record Index. Eine Visualisierung bündelt die notwendigen Informationen aus einem Master Record Index und stellt die Beziehungen zwischen den Artefakten dar. Sind Prüfer/Auditoren bereits bekannt, so kann hier eine vorherige Absprache schneller Klarheit schaffen und unnötigen Aufwand ersparen.

Dokumentation der Prozessvorgaben

Frage: Gibt es in der Projektorganisation bereits etablierte Verfahren zu Beschreibungen von Prozessvorgaben und können diese verwendet werden?

Empfehlung: Bestandsdokumentationen sollen, soweit möglich, wiederverwendet werden. Wurde für die Erstellung von TED eine Toollandschaft etabliert, so ist eine Neuerstellung von TMP in dieser Toollandschaft überlegenswert. Auch für die TMP ist der Aufbau einer toolgestützten Nachvollziehbarkeit mit Vorteilen verbunden und Inhalte in TMP und TED können in einer konsistenten Toollandschaft ohne Toolbrüche einfacher verlinkt werden.

Aufbau einer Dokumentenlandschaft

Frage: Wie erreicht man eine hohe Sichtbarkeit der projektspezifischen TMP-Dokumentenlandschaft?

Empfehlung: Eine permanente Präsenz der visualisierten Dokumentenlandschaft erleichtert den Projektbeteiligten den Zugang zu den TMP und

der darin enthaltenen Prozessbeschreibungen. Die Darstellung der TMP-Dokumentenlandschaft als eingebundenes Bild im Dokumentenkopf eines jeden TMP wird empfohlen. Dadurch können für jeden TMP über die ein- und ausgehenden Verbindungen die Primär- und Sekundärdokumente einfach erfasst werden und jeden Nutzer eines TMP stehen Übersichten der gesamten TMP-Dokumentenlandschaft zur Verfügung.

Review und Freigabe

Frage: Wie viel Aufwand für den Nachweis zur Erfüllung von Prozessvorgaben soll betrieben werden?

Empfehlung: Für die Erfüllung vieler Prozessvorgaben reicht das beschriebene Vorgehen zur Verwendung von Referenzen aus. Es kann in einem Review durch Demonstration einfach nachgewiesen werden, dass die Prozessvorgaben korrekt umgesetzt wurden. Die Verwendung von Traces soll nur zum Einsatz kommen, wenn dies notwendig ist. Im Allgemeinen gilt folgende Empfehlung. Werden Vorgaben ohne weitere Zerlegung in einem Sekundärdokument direkt umgesetzt, dann reicht eine Referenz. In einem Review wird die Umsetzung der Vorgabe durch Demonstration nachgewiesen. Werden Vorgaben in einem Sekundärdokument weiter zerlegt oder bedingen weitergehende Aktivitäten, dann sollten Traces eingesetzt werden.

8 Zusammenfassung

Der Aufwand zum Aufbau einer sauberen Beschreibung zu Prozessen und Prozessvorgaben, die sich über verschiedene TMP verteilen, ist nicht zu ignorieren und sollte gut abgewogen werden. Zur besseren Bewertbarkeit wurden Sinn und Nutzen einer guten Prozessdokumentation und Verlinkung von TMP und den Prozessvorgaben in dieser Arbeit vorgestellt.

Diese Vorteile sind:

- Vereinfachte Zugänglichkeit zu Prozessen und Prozessvorgaben und dadurch die Chance einer Erhöhung der Produktqualität bei Beachtung der Prozesse und Prozessvorgaben.
- Vereinfachte Zusammenarbeit innerhalb einer Projektorganisation und organisationsübergreifend durch abgestimmte und bekannte Prozesse und Prozessvorgaben.
- Einfacherer Nachweis korrekt umgesetzter Prozesse und Prozessvorgaben auf Grund von gesetzlichen, normativen und organisationsrelevanten Vorgaben (z. B. bei Fragen zur Produkthaftung).

Dazu wurden in der Studienarbeit verschiedenen Ansätze und Beispiele beschrieben, die auf individuelle Bedarfe von Projektorganisationen angepasst werden können.

Die Erfahrungen des Autors vor dem Hintergrund angespannter Budgets zeigen, dass schon das Herstellen einer Nachverfolgbarkeit als Bestandteil der Nachweiserbringung von ordnungsgemäß entwickelten technischen Systemen Projektorganisationen vor große Herausforderungen stellen kann. Mit dem beschriebenen Ansätzen für technische Managementpläne wird es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ähnlich verhalten. Trotzdem sollte sich eine Projektorganisation über die klaren Vorteile einer sauberen Beschreibung zu Prozessen und Prozessvorgaben in TMP und deren Verbindungen untereinander bewusst sein.

Diese Studienarbeit adressiert diese Themen und trägt dazu bei, ein Bewusstsein für TMP, den Prozessen und den Prozessvorgaben zu schaffen. Gleichzeitig schlägt sie Lösungen vor, um die Balance zwischen Aufwand und Nutzen zu wahren.

sonstige Hilfsmittel

Diese Studienarbeit wurde durch die Nutzung folgender Hilfsmittel erstellt:

- CATIA Cameo System Modeler 2024x Refresh 1,
- Power Point for Mac Version 16.91, Office Home & Student 2021,
- Word for Mac Version 16.91, Office Home & Student 2021

Lektorat:

Barbara Kallweit, 29386 Hankensbüttel

Sandra Karfeld, 29525 Uelzen

Abkürzungsverzeichnis

Tabelle 6: Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bezeichnung
A&AP	Anforderungs- und Architekturgestaltungsplan
AGP	Architekturgestaltungsplan
AEMP	Änderungsmanagementplan
AMP	Anforderungsmanagementplan
IMP	Integrationsmanagementplan
INCOSE	International Council on Systems Engineering
IREB®	International Requirements Engineering Board
KMP	Konfigurationsmanagementplan
PMP	Projektmanagementplan
QMP	Qualitätsmanagementplan
RMP	Risikomanagementplan
SEMP	Systems Engineering Management Plan
SSMP	System Safety Management Plan
TED	Technische Entwicklungsdokumente
TMP	Technische Managementpläne oder Technischer Managementplan
V&V	Verifikation und Validierung
VVP	Verifikations- und Validierungsmanagementplan

Literaturverzeichnis

Bücher und Beiträge aus Sammelwerken

Delligatti, L., *SysML distilled: a brief guide to the systems modeling language*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2014

Ryan, M. & Wheatcraft, L., *Guide to Writing Requirements*. 7670 Opportunity Road, Suite 220, San Diego, California 92111-2222, USA: Requirements Working Group International Council on Systems Engineering, 2023

Walden, D., Shortell, T. M., Roedler, G. J., Delicado, B. A., Mornas, O., Yew-Seng, Y. & Endler, D., *INCOSE Systems Engineering Handbuch – Ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten: INCOSE-TP-2003-002-04*. Fünfte Ausgabe. München: GfSE e. V, 2023

Internetquellen

Joppich, R., Queins, S., Rupp, C., Schöne, K., Stuy, A. & Vöge, A., Schablonen für alle Fälle von ‚Die Sophisten‘ – Zugegriffen 31. Januar 2025.

<https://de.scribd.com/document/671590217/MASTeR-Broschuere-3-Auflage-interaktiv>

o.V., Definition of Master Record Index (MRI) – Glossentry – Zugegriffen 10. März 2025.

<https://docs.bentley.com/LiveContent/web/AssetWise%20Director%20Help-v7/en/GUID-02DF412D-3016-4130-B68A-EE084297E27E.html>

o. V., CodeBeamer Wiki – State Transition Diagram – Zugegriffen 22. Februar 2025. <https://codebeamer.com/cb/wiki/1721267>

o. V., SEMP – GfSE-Wiki – Zugegriffen 10. Dezember 2024.

<https://wiki.gfse.de/index.php?title=SEMP>

o. V., Template Projektmanagementplan nach Hermes online – Zugegriffen 5. Januar 2025.

<https://www.hermes.admin.ch/hermes5/de/projektmanagement/verstehen/ergebnisse/projektmanagementplan.html>

o. V., Was ist ein Review? – Wissen kompakt – t2informatik – Zugegriffen 02. März 2025.

<https://t2informatik.de/wissen-kompakt/review/>