

# Kerncurriculum für SE-ZERT® Level C

Erstellt von: Martin GEISREITER

am: 24. November 2015

Freigegeben von: Sven-Olaf Schulze

am: 24. November 2015

Dokument: GfSE-ZD-004

Version: Ver. 01

## Vorwort

Das Training zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ nach den Regularien der Gesellschaft für Systems Engineering e.V. (GfSE) bietet den Teilnehmern einen soliden Hintergrund in der Theorie und den Konzepten und Prozessen des Systems Engineerings nach internationalen Standards. Es vermittelt die notwendigen Kenntnisse für die praktische Arbeit eines Systems Engineers und gibt reichlich Gelegenheit für praktische Erfahrungen. Nach Abschluss des Trainings und einer erfolgreichen Prüfung erhalten die Teilnehmenden das Zertifikat "Certified Systems Engineer (GfSE)® Level-C" des TÜV Rheinland und der GfSE. Auf Antrag werden die erfolgreichen Kandidaten in die internationale Liste der zertifizierten Systems Engineers von INCOSE aufgenommen. Die Trainingsinhalte sind daher entsprechend abgestimmt.

Anmerkung: Die Zertifizierung zum Systems Engineer wird in 3 Stufen angeboten (Level C bis Level A). Das vorliegende Dokument beschreibt die Ausbildungsmodule für den Level C.



Abbildung 1: Der Weg zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“

Das Trainingsangebot kann je nach Prüfungsvorbereitung in Deutsch oder Englisch erfolgen auch wenn das Kerncurriculum nur in deutscher Sprache vorhanden ist. Es gilt bei der englischen und der deutschsprachigen Ausbildung das INCOSE Handbuch und die geltenden Normen und Standards des Systems Engineerings.

Änderungen:

Wann	Was	Version:
24.11.2015	Erstausgabe; Angepasst an Lev. A Curr. (GfSE-ZD-007)	01

## Inhalt

1. Aufbau des Modulhandbuchs für SE-ZERT® .....	5
2. Schema der Modulbeschreibungen .....	6
3. Erläuterung .....	7
4. Überblick SE-ZERT® .....	8
5. Beschreibung von Modulen und Modulteilen .....	10
6. Abkürzungsverzeichnis und Glossar.....	27
7. Referenzen für SE ZERT .....	30

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Weg zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ .....	2
--	---

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Module des SE-ZERT® .....	5
Tabelle 2: Kompetenzlevel zur Wissensvermittlung.....	8
Tabelle 3: Beschreibung Modul 1 – Einführung in Systems Engineering für SE-ZERT® Level C.....	10
Tabelle 4: Beschreibung Modul 2 – Projektübergreifende Schnittstellen .....	12
Tabelle 5: Beschreibung Modul 3 – Projektmanagement Schnittstellen.....	13
Tabelle 6: Beschreibung Modul 4 – Systems Engineering Management.....	15
Tabelle 7: Beschreibung Modul 5 – Anforderungsmanagement und V&V .....	16
Tabelle 8: Beschreibung Modul 6 – Realisationsprozesse .....	19
Tabelle 9: Beschreibung Modul 7 – Querschnittsfunktion.....	21
Tabelle 10: Beschreibung Modul 8 – Operationelle Aspekte und Entsorgung im Design .....	23
Tabelle 11: Beschreibung Modul 9 – Konfliktmanagement und soziale Kompetenzen .....	25

## 1. Aufbau des Modulhandbuchs für SE-ZERT®

Die Ausbildung zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ ist in 9 Module (siehe Tabelle 1) unterteilt. Die Modulinhalte des SE-ZERT® sind für alle Level des SE-ZERT® gleich. Entsprechend dem ausgewählten Level (A, B oder C) sind allerdings die Kompetenzanforderungen unterschiedlich. Trainings mit abschließenden Prüfungen werden für die Level B und C angeboten. Für den Level A ist eine schriftliche Ausarbeitung anzufertigen, die mit einer abschließenden mündlichen Prüfung die Kompetenz feststellt. In diesem Dokument sind die Anforderungen für den Level C aufgeführt.

Tabelle 1: Module des SE-ZERT®

	<b>Module</b>
1	Grundlagen des Systems Engineering (inkl. Einführung)
2	Projektübergreifende Schnittstellen
3	Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management
4	Systems Engineering Management
5	Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation
6	Realisationsprozesse
7	Querschnittsfunktionen <sup>1</sup> innerhalb von Entwicklungsprojekten
8	Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design
9	Konfliktmanagement und soziale Kompetenz

<sup>1</sup> Querschnittsfunktionen = fachbezogene Ingenieuraktivitäten (vgl. dazu GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH)

## 2. Schema der Modulbeschreibungen

Die Beschreibung der Module erfolgte in einer schematisierten Form. Jedes Modul ist in einer tabellarischen Form gegliedert, die folgende Inhalte haben:

- Qualifikation des Teilnehmers
- Geeignete Lernform (Vorlesung, Übung, Seminar)
- Lernziele (Kenntnisse & Fertigkeiten)
- Lehrinhalte und Tiefe
- Lehrmaterialien, Literaturempfehlungen
- Sonstiges
- Prüfungsleistung

Die Anordnung der Inhalte im Modulhandbuch legt nicht notwendigerweise die Reihenfolge der Behandlung im Training fest. Die aufgeführten Inhalte (speziell Methoden) sind Bestandteile der Ausbildung und in die Trainings aufzunehmen.

### 3. Erläuterung

Die berufsbegleitende Weiterbildung zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ soll den Teilnehmern die Gelegenheit zum Aufbau prozessbezogener und inhaltsbezogener Kompetenzen im Bereich Systems Engineering bieten. Das Training soll von der Teilnehmerperspektive ausgehen und an den Interessenlagen und Lernvoraussetzungen der Teilnehmer orientiert sein. Das sachgerecht angelegte Training soll die Teilnehmer die Situationen erkunden lassen und ihnen in verschiedenen Varianten zu Erfahrungen verhelfen. Auf diese Weise soll ein tragfähiges Begriffsnetz erworben werden und Sicherheit beim Lösen von Aufgaben und Problemen geben. Der Erwerb eines gesicherten Fachwissens soll gleichermaßen durch wiederholte Auseinandersetzung mit konkreten Beispielen wie durch Einordnung in fachlogische Strukturen gefördert werden.

Aufgabe des Trainings zum Erwerb des Zertifikats Level C ist es, die Kompetenzentwicklung der Teilnehmer aufzunehmen, zu entwickeln und dabei ein Höchstmaß an Selbstständigkeit bei der Bearbeitung von Fragestellungen zu erreichen sowie Unabhängigkeit von vorstrukturierenden Hilfen. Weil Inhalte und Verfahren in der Regel zunächst nur in denjenigen Zusammenhängen erinnert werden können, in denen sie erstmals erlernt wurden, sollen in den kompetenzorientierten Trainings durch variantenreiches Üben und zunehmend offene Anwendungen, die Inhalte aus der Ersten und engen Bindung gelöst werden.

Die für die Zertifizierung geforderten Kompetenzbereiche orientieren sich mit Ausnahme eines allgemeinen Einführungsbereiches (SE im Kontext), an den technisch orientierten Kompetenzen, die in jedem Projekt zur Anwendung kommen sollen. Hinzu kommen die Bereiche Projektmanagement, die Querschnittsfunktionen (-ilities) und Soft Skills. Zum Training der technisch orientierten Kompetenzen werden im Wesentlichen die entsprechenden Abschnitte aus dem ISO/IEC 15288 [3], die Interpretation aus dem ISO/IEC 19760 [4], die Terminologie aus dem ISO/IEC/IEEE 24765:2010 [5] und das aktuelle deutschsprachige INCOSE Handbuch [1] herangezogen.

Die Norm ISO/IEC/IEEE 15288 ist eine prozessbezogene Norm, die international die Grundlage von Systems Engineering Aktivitäten bildet. Die Umsetzung von prozessbezogener Kompetenzen ist daher ein wesentliches Ziel des Trainings. Die prozessbezogenen Kompetenzbereiche umfassen die Verfahren, Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von den Teilnehmern verstanden werden sollen und am Ende angewandt werden sollen. Auf diese Weise sollen die Teilnehmer befähigt werden, das erlernte Wissen im Firmenalltag anzuwenden.

Da ein Systems Engineer entsprechend seinen fachlichen Aufgaben in der Regel in interdisziplinären Teams seine Aufgaben in einem Projekt wahrzunehmen hat, ist auch die Förderung von sozialen und personellen Kompetenzen, wichtig. Dazu wird auf Normen des Projektmanagements<sup>2</sup>, die Veröffentlichungen der GPM<sup>3</sup>, sowie auf Literatur der Moderatorenausbildung [2] zurückgegriffen.

Zum Erwerb sowohl der prozess- als auch der sozialen und personellen Kompetenzen werden Trainingsformen mit vielfältigen Methodenelementen situationsangepasst eingesetzt. Dabei sind Gruppen- und Projektarbeiten unverzichtbar, um selbstständiges Erkunden, Problemlösen, Dokumentieren und Präsentieren zu fördern. Der Grad der Offenheit der Arbeitsaufträge wird dem Lernstand der Lerngruppe angepasst: in bekanntem Zusammenhang eher offen, in komplexen Zusammenhängen eher strukturiert.

---

<sup>2</sup> z.B. ISO 21500 - Guidance on project management

<sup>3</sup> Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V. ([http://www.gpm-ipma.de/ueber\\_uns/organisation.html](http://www.gpm-ipma.de/ueber_uns/organisation.html))

## 4. Überblick SE-ZERT®

Die 3 Kerncurricula für den SE-ZERT®, Level C, B und A, haben eine gemeinsame Grundstruktur: Sie weisen inhaltsbezogene und prozessbezogene Kompetenzbereiche aus, die miteinander verknüpft werden müssen. Die Kerncurricula des SE-ZERT® greifen diese Grundstruktur unter fachspezifischen Gesichtspunkten auf. Durch die Wahl und Zusammenstellung der Kompetenzbereiche wird der intendierte didaktische Ansatz des jeweiligen Moduls deutlich. Im Rahmen des SE-ZERT® Level C werden folgende Kenntnisse vermittelt:

- o Vertieftes Wissen über Systems Engineering und Systems Engineering Management
- o Symbol- oder Fachsprache kennen, verstehen und anwenden,
- o Fachspezifische Methoden und Verfahren verstehen und zur Erkenntnisgewinnung nutzen,
- o Fähigkeit, bei den Aufgaben eines Systems Engineers in einem Projekt oder in einem Teilprojekt mitzuwirken und die entsprechende technische Verantwortung in einem Projekt zu übernehmen
- o Fähigkeit in multidisziplinären SE-Teams mitzuarbeiten

**Generelles Ziel des Trainings** für den SE-ZERT® Level C ist es, dass die Teilnehmer, die Methoden und Vorgehensweisen des Systems Engineering mit allen Facetten, im Rahmen von Systemaufgaben, verstehen und in grundlegenden Bereichen auch anwenden können. Außerdem sollen in diesem Zusammenhang die Lücken geschlossen werden, die durch die unterschiedlichen Bildungsvoraussetzungen vorhanden sind. Die Teilnehmer sollen:

- o Zusammenhänge erarbeiten und benutzen sowie ihre Kenntnis bei der Problemlösung anwenden können.

Für jedes Modulelement ist ein Kompetenzlevel definiert, der bestimmt, über welchen Wissensgrad die Teilnehmer im jeweiligen Element (verstehen, anwenden, beherrschen) nach Beendigung des Trainings verfügen sollen.

Tabelle 2: Kompetenzlevel zur Wissensvermittlung

Kompetenzlevel	Interpretation
beherrschen	Kann das Verfahren selbst anwenden, delegieren, steuern, bewerten und vermitteln
anwenden	Kann das Verfahren verstehen und in seiner ganzen Breite anwenden
verstehen	Kennt den Begriff und kann ihn in den entsprechenden SE-Bereich einordnen
N/A	Nicht anwendbar



Die Lernziele für die einzelnen Modulelemente unterscheiden sich entsprechend den festgelegten Kompetenzlevels. Die verwendeten Ausdrücke und deren Verständnis sind einheitlich für das SE-ZERT® Programm:

- Verstehen:
  - o Dieser Anforderungsbereich umfasst die Wiedergabe und direkte Anwendung von grundlegenden Begriffen, Sätzen und Verfahren in einem abgegrenzten Gebiet und einem wiederholenden Zusammenhang.
  - o Besitzt Kenntnisse im relevanten SE-Bereich und kann sie zuordnen
  - o **Ziel:** In diesem Bereich beschränken sich die Aufgabenstellungen (bei der täglichen Arbeit und in der Prüfung) auf die Reproduktion und die Anwendung einfacher Sachverhalte und Fachmethoden, das Darstellen von Sachverhalten in vorgegebener Form sowie die Darstellung einfacher Bezüge
- Anwenden:
  - o Dieser Anforderungsbereich umfasst das Bearbeiten bekannter Sachverhalte, indem Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten verknüpft werden, die in der Auseinandersetzung mit SE auf verschiedenen Gebieten erworben werden.
  - o Besitzt Kenntnisse im relevanten SE-Bereich und ist fähig, diese Kenntnisse anzuwenden
  - o Wendet gebräuchliche SE-Methoden, bzw. Techniken an und kann die Ergebnisse der Projektarbeit sinnvoll zusammenfassen und vorstellen
  - o **Ziel:** In diesem Bereich verlangen die Aufgabenstellungen die Reorganisation und das Übertragen komplexerer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Anwendung von Kommunikationsformen, die Wiedergabe von Bewertungsansätzen sowie das Herstellen von moderat komplexen Bezügen.
- Beherrschen
  - o Dieser Anforderungsbereich umfasst das Bearbeiten komplexer Gegebenheiten u. a. mit dem Ziel, zu eigenen Problemformulierungen, Lösungen, Begründungen, Folgerungen, Interpretationen oder Wertungen zu gelangen und diese anderen zu vermitteln.
  - o Kann die Einführung und den Einsatz von SE-Methoden, -Techniken, -Werkzeugen, -Leitfäden und -Richtlinien leiten und steuern.
  - o **Ziel:** In diesem Bereich verlangen die Aufgabenstellungen das problembezogene Anwenden und Übertragen komplexer Sachverhalte und Fachmethoden, die situationsgerechte Auswahl von Kommunikationsformen, das Herstellen von Bezügen und das Bewerten von Sachverhalten, sowie die Fähigkeit zur Selbstreflexion.

## 5. Beschreibung von Modulen und Modulteilern

Die nachfolgenden Tabellen beschreiben die geforderten Kompetenzen im Detail. Sofern für einzelne Kompetenzen von der allgemeinen Festlegung abweichende Levels gefordert sind ist das angegeben.

Tabelle 3: Beschreibung Modul 1 – Einführung in Systems Engineering für SE-ZERT® Level C

Modul #1	Systems Engineering Einführung für SE-ZERT® Level C	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	<p>Die Teilnehmer sollen einen Einblick in den Kurs und die Zertifizierung nach SE-ZERT® bekommen. Zudem soll mit den Teilnehmern der Zeitplan und das zu bearbeitende SE-Projekt abgestimmt werden sowie die Anmeldeunterlagen zum Kompetenznachweis durchgegangen werden.</p> <p>Dazu wird der Stoff überblicksmäßig vorgestellt und der Kenntnisstand der Teilnehmer festgestellt. Die internationalen Begriffe des SE (Produkt gegenüber System; Systems Engineering; System of Systems) und die Definitionen des Systems Engineerings müssen verstanden werden. Die Vorgehensmodelle der Systementwicklung müssen verstanden werden und die Angemessenheit von Modellen muss beurteilbar werden. Die Rollen eines Systems Engineers in einem moderat komplexen Entwicklungsprozess müssen verstanden und einnehmbar werden. Der Level - C SE muss die einschlägigen internationalen Normen des Systems Engineering (ISO/IEC/IEEE 15288) verstehen und branchenübliche Standards (Raumfahrtindustrie, Bahnindustrie, Medizinindustrie, Softwareentwicklung, Automobilindustrie usw.) adäquat identifizieren und verwenden können.</p>	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Ziel des SE ZERT®, Level C	verstehen
	• Überblick über den Kurs und die Zertifizierung	verstehen
	• Was ist das Kontext Diagramm?	verstehen
	• Begriffsdefinitionen (Index)	verstehen
	• Definitionen	verstehen
	• SE Rollen und Bezeichnungen	verstehen
	• Wert des SE	verstehen

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensmodelle im Systems Engineering (V-Modell; V-Modell XT, Vee-Modell, Wasserfall, Spiralmodell, agile Methoden, Lean SE)</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Lebenszyklus</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie und Entwicklung von SE und der relevanten Normen (Standards)</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle SE Standards in verschiedenen Industriezweigen und Branchen und deren Zusammenhänge in Bezug auf CMMI</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CMMI Kernprozesse</li> </ul>	verstehen
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH; CMMI-DEV <sup>4</sup>	
<b>Sonstiges</b>	NA	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

<sup>4</sup> Vgl. dazu z.B.: CMMI® für Entwicklung, Version 1.3; Carnegie Mellon University; 2010; (<http://www.sei.cmu.edu>)

Tabelle 4: Beschreibung Modul 2 – Projektübergreifende Schnittstellen

Modul #2	Projektübergreifende Schnittstellen	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	Gesetzliche und technische Rahmenbedingungen einer Produktentwicklung müssen verstanden werden. Typische Unternehmensprozess und Unternehmensziele im SE Kontext müssen verstanden werden und ebenso die dazu notwendigen Prozesse. Das Umfeld eines Projekts muss erkannt werden und die technische Projektsteuerung muss verstanden werden um bei der Entwicklung von Projektinfrastrukturen mitwirken zu können. Die Prozesse für das Lebenszyklusmanagement, das Infrastrukturmanagement und das Projektportfoliomanagement müssen anwendbar verstanden werden.	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Unternehmensprozesse	verstehen
	• Prozesse und internationale Standards	verstehen
	• Betriebsziele	verstehen
	• Bewertung von Prozessen und Anpassung an den Entwicklungsbedarf	verstehen
	• Kontinuierliche Verbesserung	verstehen
	• Infrastruktur für Projekte	verstehen
	• Identifikation neuer Geschäftsfelder	verstehen
	• Businessstrategie	verstehen
	• Projektziele / Grundsätze und Projektergebnisse	verstehen
	• Schnittstellen von Projekten	verstehen
	• Vergleich von Projekten	verstehen
	• Abschluss von Projekten	verstehen
	• Systemeinbettung im Prozessumfeld	verstehen
• Patente	verstehen	
• Produkthaftung	verstehen	
• Exportregularien	verstehen	
<b>Literaturempfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	NA	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

Tabelle 5: Beschreibung Modul 3 – Projektmanagement Schnittstellen

Modul #3	Projektmanagement Schnittstellen	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	<p>Projekte sollen von PM und SE gemeinsam geführt werden. In Einzelfällen, insbesondere bei kleinen Projekten können diese Rollen jedoch auch in einer Person vereint werden. Um die technische Kompetenz in diese Rollen einbringen zu können, müssen die technischen Ziele eines Projekts vollständig verstanden werden und „technical management“ anwendbar sein. Die Fähigkeit Projekte technologisch einzuordnen und die notwendigen Schlussfolgerungen ziehen zu können ist hierfür Voraussetzung. Dazu müssen die minimalen SE Prozesse und deren Produkte verstanden werden und die notwendige Projektinfrastruktur muss entwickelt werden können. Der Projektplanungsprozess; der Projektauswertungsprozess und der Projektsteuerungsprozess, das Informationsmanagement und die Messung der Prozessergebnisse müssen verstanden werden. Fundierte Kenntnisse über die notwendige Projektdokumentation müssen vorhanden sein und die Prozesswirkungen in Richtung des/der Kunden oder Lieferanten (Abnahme, Einfluss von Änderungen, Reviews) muss verstanden und angemessen angewandt werden können.</p>	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Umfang eines Projekts	verstehen
	• Ziele eines Projekts	verstehen
	• Projektstrukturplan (PSP=WBS)	verstehen
	• Arbeitspakete	verstehen
	• Zeitplan & Budget	verstehen
	• Projektpläne	verstehen
	• Ressourcen, Rollen und Verantwortlichkeiten	verstehen
	• Freigabe eines Projekts	verstehen
	• Projektstruktur	verstehen
	• Auswertung des Projektverlaufs	verstehen
	• Reviews und Meilensteine, auch gegenüber dem Kunden oder Lieferanten	anwenden
	• Änderungen, auch gegenüber dem Kunden oder Lieferanten	anwenden

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrekturmaßnahmen, auch gegenüber dem Kunden oder Lieferanten</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Präventive Maßnahmen</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschluss des Projekts</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsplanung</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsverteilung</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsspeicherung</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung von geeigneten Messgrößen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortschrittsberichtswesen</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswertung und Kommunikation von Messungen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologische Einordnung des Projekts</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SE Prozesse planen</li> </ul>	verstehen
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	Definition und Inhalte des TM (technical management) besprechen	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

Tabelle 6: Beschreibung Modul 4 – Systems Engineering Management

Modul #4	Systems Engineering Management	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	Grundlagen für ein wirkungsvolles SE-Management sind die Prozesse und Produkte des SE Managements und des technischen Managements. Sie und die Kernelemente des Konfigurationsmanagementprozesses, des Entscheidungsmanagementprozesses und der Risikomanagementprozess müssen anwendbar sein. Die Fähigkeiten Baselines festlegen zu können und ggf. Konsequenzen für die Produktentstehung festlegen zu können, sind weitere elementare Teile.	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Entscheidungsstrategie	anwenden
	• Auswertung von Alternativen	anwenden
	• Aufzeichnung der Entscheidungen	anwenden
	• Risikoprofile	anwenden
	• Risikoidentifikation	anwenden
	• Qualitative Risikoanalyse	anwenden
	• Quantitative Risikoanalyse	anwenden
	• Risikobewältigungsplanung	anwenden
	• Konfigurationskontrolle	anwenden
	• Konfigurationskontrollzyklus <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Validierung</li> <li>○ Auswertung</li> <li>○ Verifikation</li> <li>○ Freigabe</li> </ul>	anwenden
	• Konfigurationsdokumentation	anwenden
• Baselines	anwenden	
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	Configuration Management Plan (CMP), Risk Management Plan (RMP), Systems Engineering Plan (SEP) bzw. Systems Engineering Management Plan (SEMP),	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

Tabelle 7: Beschreibung Modul 5 – Anforderungsmanagement und V&V

Modul #5	Anforderungsmanagement und V&V	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	<p>Herleiten und sicheres Strukturieren von Anforderungen ist eine Grundvoraussetzung für ein risikoarmes Projekt und erfolgversprechende Architekturen. Die notwendigen Informationen können aus Szenarien, Definition der Endnutzer, Definition der Systemgrenzen, usw. gewonnen werden.</p> <p>Die Werkzeuge für Analyse und Synthese hierfür (strukturierte Analyse, System Modeling Language) müssen verstanden und angewandt werden können. Die Erstellung und die Stellung von Vergleichsstudien muss verstanden werden und umgesetzt werden können.</p> <p>Zur Mitarbeit bei der Festlegung von Designaspekten und Nachweisführung (V<sup>5</sup>&amp;V<sup>6</sup>) müssen die Entwicklungsschritte von Konzeption zu funktionalen Strukturen bis zu einer physikalischen Architektur verstanden werden und angemessen umgesetzt werden können. Ebenso muss die Festlegung von Schnittstellen (logische &amp; physikalische &amp; organisatorische) und deren Beschreibung angemessen angewandt werden können.</p>	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation und Analyse aller Interessenvertreter</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungsanalyseprozess</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Typen von Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Funktionale Anforderungen</li> <li>○ Nicht-funktionale Anforderungen</li> </ul> </li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme von (messbaren) Anforderungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Leistungsanforderungen</li> <li>○ Sicherheitsanforderungen</li> <li>○ Zuverlässigkeitsanforderungen</li> <li>○ Verfügbarkeitsanforderungen</li> <li>○ Wartbarkeitsanforderungen</li> <li>○ Auslastungsanforderungen</li> </ul> </li> </ul>	anwenden

<sup>5</sup> Validierung: vgl. ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E) para. 3.3264

<sup>6</sup> Verifikation: vgl. ISO/IEC/IEEE 24765:2010(E), para. 3.3282



• Anforderungen an Anforderungen	anwenden
• Nachverfolgbarkeit von Anforderungen	anwenden
• Aufzeichnung von Anforderungen	anwenden
• Definition von Einschränkungen	anwenden
• Analyse der Durchführbarkeit	anwenden
• Entwurf von Szenarien	anwenden
• Erstellung von Konzeptdokumenten	anwenden
• Beschreibung der Endnutzer	anwenden
• Definition der funktionalen Grenzen	anwenden
• Ableitung von funktionalen Anforderungen	anwenden
• Definition der Leistungsanforderungen	anwenden
• Identifikation von Einschränkungen der Architektur	anwenden
• Identifikation von anwendbaren Standards	anwenden
• Identifikation der Systemgrenzen	anwenden
• Identifikation und Definition der Einsatzumgebung	anwenden
• Identifikation von externen Schnittstellen	anwenden
• Abwägung von Designaspekten <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Herstellung</li> <li>○ Einsatz</li> <li>○ Übergabe</li> <li>○ Nutzung</li> <li>○ Wartung</li> <li>○ Aufrüstung</li> <li>○ Entsorgung</li> </ul>	anwenden
• Identifikation von Einschränkungen an das Design	anwenden
• Definition von Verifikationskriterien	anwenden
• Abgeleitete Anforderungen	anwenden
• Definition von nicht-funktionalen Anforderungen	anwenden
• Einfluss nichtfunktionaler. Anforderungen an das Systemdesign	anwenden
• Zuordnung von Anforderungen	anwenden
• Strategien zur Analyse von Anforderungen	anwenden
• Strukturierte Analyse	anwenden
• Entwicklung der logischen/funktionalen Architektur	anwenden
• Standardgeräte (off-the-shelf equipment)	anwenden
• Synthese – Ableitung der physischen Architektur aus der logischen Architektur	anwenden
• Elemente einer Vergleichsstudie	anwenden

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichsstudien</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnittstellen und Interaktionen zwischen Systemelementen, externen Systemen und Umsystemen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beziehung zwischen funktionellen und phys. Elementen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedarf der Interessenvertreter in techn. Beschreibungen umsetzen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsbereiche unterschiedlicher Architekturentwürfe definieren (Alternativen)</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden des Systemdesigns in verschiedenen Lebenszyklusphasen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systemintegrationsstrategie<sup>7</sup></li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baselines / Konfigurationsmanagement Systemebene</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss von Einschränkungen auf Systemarchitektur und Design</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Architekturalternativen und Auswahl von umsetzbaren Architekturentwürfen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Führen eines Anforderungsdefinitions- und Entwurfsprozesses</li> </ul>	anwenden
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	TSA (Traditional Structured Analysis), MSA (Modern Structured Analysis), UML (Unified Modeling Language), SysML (System Modeling Language), FFBD (Functional Flow Block Diagram), IDEF0 Integration Definition for Function Modeling), N-squared Diagram, operational view, functional view, physical view, Domain Diagrams, use cases, MBSE (Model Based System Engineering), Performance Models, Design Models, Physical Models, Kano Diagram, Key Performance Parameters, TPM (Technical Performance Metrics), MOE (Measure of Effectiveness), QFD (Quality Function Deployment), RVTM (Requirements Verification and Traceability Matrix), Decision Tree, Environmental Impact Analysis, Interoperability Analysis	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

<sup>7</sup> Unterscheide:

*Integration* stellt sicher dass die Hardware, die Software und die menschengerechten Systemelemente zusammenwirken um den Zweck des Systems zu realisieren oder den Bedürfnisse des Kunden zu genügen [9].

*Installation* ist die Lieferung, Montage und Anschluss von mechanischen, elektrotechnischen und von Kommunikationseinrichtungen (EN ISO 16484-2:2004-08)

Tabelle 8: Beschreibung Modul 6 – Realisationsprozesse

Modul #6	Realisationsprozesse	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	Der Realisierungsprozess erfordert, dass die Kenntnisse und Fertigkeiten für die Entwicklungsphasen vom Detaildesign über die Implementation, Integration, Verifikation & Validation bis zur Übergabe angewandt werden können. Die Methoden und Standards der Nachweisführung (V&V) und Inbetriebnahme des Produkts bis zur Endabnahme/Übergabe durch/an den Kunden und der rechtlichen Konsequenzen daraus sollten verstanden und umgesetzt werden können. Das Konfigurationsmanagement und die Maßnahmen für Korrekturen sind unverzichtbare Mittel um das finale Ziel eines anforderungsgerechten Produkts zu erreichen. Die Aktivitäten des QM müssen angemessen angewandt werden können um sicherheitsrelevante Aspekte und Produkthaftungsforderungen abzudecken.	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Detaildesign	anwenden
	• Implementationsstrategie	anwenden
	• Konfigurationsmanagement Geräteebene	anwenden
	• Trainingsunterlagen	anwenden
	• Herstellung von Geräten	anwenden
	• Qualitätskontrolle	anwenden
	• Verifikation und Validation auf Geräteebene	anwenden
	• Anforderungen an Schnittstellen	anwenden
	• Verifikation und Validation der Schnittstellen auf (Sub-) Systemebene	anwenden
	• Interface Control Document (ICD)	anwenden
	• Verifikationsprozeduren	anwenden
	• Verifikationssysteme	anwenden
	• Verifikationsmethoden	anwenden
	• Verifikationsprozess	anwenden
• Requirements Verification and Traceability Matrix (RVTM)	anwenden	
• Korrekturmaßnahmen	anwenden	
• Validationsprozeduren	anwenden	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validationssysteme / Umsysteme</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validationsmethoden</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endabnahme des Systems</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operationelles Umfeld</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akzeptanz der Installation und Verifikation</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V&amp;V in den Phasen des Lebenszyklus</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfplanung</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Das richtige Produkt wurde gebaut“ vs. „Das Produkt wurde richtig gebaut“</li> </ul>	anwenden
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	Training Needs Analysis (TNA) besprechen	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

Tabelle 9: Beschreibung Modul 7 – Querschnittsfunktion

Modul #7	Querschnittsfunktionen <sup>8</sup>	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	Produkteigenschaften wie Wartbarkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität bestimmen die Nützlichkeit des Produkts für den Endnutzer signifikant. Die dafür notwendigen Methoden und Hilfsmittel müssen verstanden werden (FMECA, FTA, SSA). Um die Wirkung weiterer Leistungsmerkmale (Handhabung des Produkts durch den Betreiber/Anwender, EM Härting, Kosten, Sicherheit) auf den Systementwurf und das Systemdesign sicher verstehen zu können, muss der SE über ausreichende anwendbare Kenntnisse in weiteren Fachdisziplinen verfügen. Die Art der Produktfertigung erzeugt Anforderungen an den Systementwurf, die kompetent in die richtigen Phasen vom SE eingebracht werden müssen. Während des operativen Betriebs eines Produkts muss der SE in der Lage sein Kundenrückmeldungen zu verstehen und einzuordnen um die Leistungsfähigkeit des ausgelieferten Produktes im operativen Betrieb bewerten zu können.	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Wartbarkeit	verstehen
	• Erschwinglichkeit	verstehen
	• Kosten-Nutzen Analyse (CBA [11])	verstehen
	• Entsorgbarkeit	verstehen
	• Packaging, Handling, Storage and Transportation (PHS&T)	verstehen
	• Herstellbarkeit	verstehen
	• Flexibilität / Standardisierung	verstehen
	• Zuverlässigkeit Instandhaltungsvermögen	verstehen
	• Überlebensfähigkeit	verstehen
	• Schadenanfälligkeit	verstehen
	• Analysemethoden	verstehen
	• Ergonomie	verstehen
• Elektromagnetische Komptabilität (EMC)	verstehen	

<sup>8</sup> Querschnittsfunktionen = fachbezogene Ingenieuraktivitäten (vgl. dazu GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen auf die Umwelt</li> <li>• Human Systems Integration (HSI)</li> <li>• Arbeitskraft</li> <li>• Gewichtsanalyse (MPE)</li> <li>• Modelle, Simulationen und Prototypen</li> <li>• Sicherheit und Gesundheit (Safety and Health)</li> <li>• Sicherheit (Security)</li> <li>• Instandhaltungsanalysen</li> <li>• Betriebskosten während der Lebenszyklus</li> </ul>	<p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p> <p>verstehen</p>
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	FMECA, Level of Repair Analysis, LSA, System Security Analysis, System Safety Assessment, LCC, TCO, Safety & Health Hazard Analysis, Design-to-Cost, Value Engineering, LCCA (Life Cycle Cost Analysis), Usability Analysis, Manufacturing & Producibility Analysis, LL	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

Tabelle 10: Beschreibung Modul 8 – Operationelle Aspekte und Entsorgung im Design

Modul #8	Operationelle Aspekte und Entsorgung im Design	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Vorlesung und Übungen	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	<p>Grundlage aller Aktivitäten eines Unternehmens ist seine Betriebsstrategie, die bei Systementwürfen entsprechend zu berücksichtigen ist. Die Analyse der künftigen Betriebsdaten des Produkts und die geplante Wartungsstrategie, ebenso wie die Entsorgung des Produkts können zu Designeinschränkungen führen und müssen im Systementwurf berücksichtigt werden. Notwendige Verbrauchsmaterialien (z.B. Öle, Batterien) können den Systementwurf beeinflussen und den Betrieb und die Entsorgung (z.B. Deaktivierung, weiterer Gebrauch und/oder Wiederverwendung) am Ende der Produktverwendung erheblich aufwendiger gestalten. Eigenentwicklungen sind nicht immer sinnvoll oder geboten. Auswahl und Überwachung von Lieferanten für Systemelementen oder Partner sind daher unabdingbar. Eine Produktauslieferung ist nicht nur von technischer sondern auch von rechtlicher Natur (Eigentumsübergang). Die bei Projektbeginn geplanten Aktionen zum Projektende (z.B. Vorbereitung des Endnutzer Supports, Abschluss der Konfiguration) sind daher von hoher Wichtigkeit für ein Unternehmen.</p>	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• Betriebsstrategie	verstehen
	• Auswertung Betriebsdaten	verstehen
	• Einfluss von Verbrauchsmaterialien auf Wartung und Betrieb	verstehen
	• Anwenderfeedback bewerten	verstehen
	• Wartungsstrategie	verstehen
	• Baueinschränkungen durch Wartungsaspekte	verstehen
	• Fehlermeldungen	verstehen
	• Aufzeichnung der Leistungsdaten	verstehen
	• Entsorgungsstrategie	verstehen
	• Einschränkungen durch Entsorgungsaspekte	verstehen
	• Deaktivierung	verstehen
	• Weiter- und Wiederverwendung	verstehen
• Qualitätsplanung	verstehen	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsmanagement</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen der Qualitätslenkung</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschaffungsplanung</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausschreibungen</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswahl von Zulieferern</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überwachung von Vertragsinhalten</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abnahme von Leistungen</li> </ul>	anwenden
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an Ausschreibungsverfahren</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verträge und deren Auswirkung auf Produkte</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktübergabe an den Kunden</li> </ul>	verstehen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspekte des Projektendes</li> </ul>	verstehen
<b>Literatur-empfehlung</b>	Aktueller ISO/IEC/IEEE 15288 und INCOSE / GfSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBUCH	
<b>Sonstiges</b>	ISO9000 und folgende; Audits (unterschied zu Reviews etc.); Unterschied der Konfigurationskontrolle (Seriennummer / Order); Supply Chain Aspekte, Beschaffung; Quality Management Plan,	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	



Tabelle 11: Beschreibung Modul 9 – Konfliktmanagement und soziale Kompetenzen

Modul #9	Konfliktmanagement und soziale Kompetenz	Kompetenz-level
<b>Qualifikation</b>	vgl. dazu [8] Para. 4.2.	
<b>Geeignete Lernform</b>	Praxiserfahrung und Selbststudium;	
<b>Lernziele (Kenntnisse; Fertigkeiten)</b>	<p>Systems Engineers sind einerseits Mittler zwischen dem Projektmanagement und den technischen Fachdisziplinen. Andererseits haben sie umfangreiche Führungsaufgaben bei der Definition neuer Produkte und der folgenden Umsetzung von Produktideen mit Unterstützung der fachlich orientierten Ingenieurdisziplinen (z. B. SW; V&amp;V).</p> <p>Führungskompetenz bedeutet ein Team, bestehend aus unterschiedlichen Charakteren mit sehr unterschiedlichen fachlichen Wissen, auf ein gemeinsames Ziel zu lenken und dabei ausgleichend und motivierend auf die Persönlichkeiten einzuwirken. Respekt vor der Persönlichkeit und Kompetenz der anderen Projektbeteiligten sind dabei unerlässliche Elemente.</p> <p>Die Verantwortung gegenüber dem Unternehmen muss dabei gewährleistet sein, was von der Person des Systems Engineers politisches und kulturelles Bewusstsein, Entscheidungsfreudigkeit, Verhandlungsgeschick und ein großes Maß an Kommunikationsfähigkeit voraussetzt.</p>	
<b>Lehrinhalt und Tiefe:</b>	• INCOSE Ethik Code	anwenden
	• Grundlagen der Kommunikationstechnik und Teamführung	verstehen
	• Eigenes Verhalten und persönliche Eigenschaften	verstehen
	• Zusammenarbeit unterschiedlicher Persönlichkeiten	verstehen
	• Zeitmanagement und persönliche Arbeitsorganisation	verstehen
	• Problemorientierte Kreativitätstechniken	verstehen
	• Zwischenmenschliche Kommunikation, Verhandlungstechniken	verstehen
	• Methoden der Konfliktlösung und Motivation	verstehen
	• Sozialkompetentes Verhalten	verstehen
	• Strukturen der Kommunikation	verstehen
	• Selbstbild – Fremdbild	verstehen
• Rückkopplungsregeln und aktives Hören	verstehen	

<b>Literatur-empfehlung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INCOSE Ethik Kode</li> <li>• Friedemann Schulz von Thun; miteinander reden 1; Störungen und Klärungen [2]</li> </ul>	
<b>Sonstiges</b>	NA	
<b>Prüfungsleistung</b>	Teilnahme am TÜV Test zum Erwerb des Zertifikats Level C	

## 6. Abkürzungsverzeichnis und Glossar

GfSE	Gesellschaft für Systems Engineering
NORSOK	Norsk Søkkel Konkuranseposisjon (Norwegische Normungsorganisation)
AHP	Analytic Hierarchy Process
ASP	Arbeitsstruktur-Plans
ASD	AeroSpace and Defense Industries Association of Europe
CBA	Cost Benefit Analysis
CMMI	Capability Maturity Model Integration (Trademark of Carnegie Mellon University)
CMP	Configuration Management Plan
DMA	Database Modeling Analysis
EMC	Electromagnetic Compatibility
EMV	Elektro Magnetische Verträglichkeit (=EMC)
FFBD	Functional Flow Block Diagram
FMECA	Failure Modes, Effects and Criticality Analysis ([12] 3.2.9)
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis (3.1164)
FTA	Fault Tree Analysis <sup>9</sup> (Fehlerbaumanalyse)
HMI	Human Machine Interface
HSI	Human Systems Integration
ICD	Interface Control Document
IDEFO	Integration Definition for Function Modeling <sup>10</sup>
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMP	Information Management Plan
INCOSE	International Council on Systems Engineering
ISO	International Standards Organization
KPV	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
KTA	Kepner-Tregoe Analysis
LCC	Life Cycle Cost (Lebenszykluskosten)

---

<sup>9</sup> IEC 1025: 1990 Fault tree analysis (FTA)

<sup>10</sup> Federal Information Processing Standards Publication 183

LCCA	Life Cycle Cost Analysis <sup>11</sup> , (Lebenszykluskostenanalyse)
LL	Lessons Learned
LSA	Logistics Support Analysis
MBSE	Model Based System Engineering
MOE	Measure of Effectiveness
MPE	Mass Properties Engineering
MSA	Modern Structured Analysis
OOA	Object-Oriented Analysis
OOSEM	Object Oriented Systems Engineering Method
PERT	Program Evaluation Review Technique
PHS&T	Packaging, Handling, Storage, and Transportation
PM	Projekt Management
PPAP	Production Part Approval Process (Produktions-Freigabe-Verfahren)
PSP	Projektstrukturplan
QFD	Quality Function Deployment
QM	Qualitäts Management
QMP	Quality Management Plan
RCM	Reliability Centered Maintenance
RMP	Risk Management Plan
RTM	Requirements Traceability Matrix
RVTM	Requirements Verification and Traceability Matrix
SE	Systems Engineering
SEMP	Systems Engineering Management Plan
SEP	Systems Engineering Plan
SSA	System Safety Assessment
SysML	System Modeling Language
TCO	Total Cost of Ownership
LORA	Level of Repair Analysis

---

<sup>11</sup> LCCA: a technique used to evaluate the economic consequences over a period of time of mutually exclusive project alternatives (vgl. z.B. NORSOK O-CR-001; LIFE CYCLE COST FOR SYSTEMS AND EQUIPMENT)

TM	Technical Management
TPM	Technical Performance Metrics
TNA	Training Need Analysis
TSA	Traditional Structured Analysis
UML	Unified Modeling Language
V&V	Validierung und Verifikation
WBS	Work Breakdown Structure

## 7. Referenzen für SE ZERT

1. Gültiges INCOSE Handbuch (erhältlich über die GfSE Homepage)
2. Friedemann Schulz von Thun; Miteinander reden 1-4; rororo Verlag; ISBN-13: 978-3499628757
3. ISO/IEC/IEEE 15288; Systems and software engineering —System life cycle processes
4. ISO/IEC TR 19760; Systems engineering — A guide for the application of ISO/IEC 15288
5. ISO/IEC/IEEE 24765, Systems and software engineering — Vocabulary
6. gelöscht
7. gelöscht
8. Normatives Dokument, Personenzertifizierung Certified Systems Engineer (GfSE) “®”, Stand 26.11.2011
9. System Integration; Jeffrey O. Grady; CRC Press 1994; chap. 1
10. gelöscht
11. Handbook of practical program evaluation / Joseph S. Wholey, Harry P. Hatry, Kathryn E. Newcomer, editors.—3rd ed
12. ESA Requirements and Standards Division; ECSS-Q-30-02B Draft 2, 30 April 2008