



„Certified Systems Engineer (GfSE)®”
Education and Training

Frauke Regge, Tanja Muenz, André Brueckmann and
Stephan Stangl

EasyChair preprints are intended for rapid
dissemination of research results and are
integrated with the rest of EasyChair.

September 4, 2023

„Certified Systems Engineer (GfSE)®“ Aus- und Weiterbildung

Frauke Regge¹, Tanja Muenz², André Brückmann³, Stephan Stangl⁴

¹Helbling Technik Bern AG, Stationsstrasse 12, CH-3097, Liebefeld,
Frauke.Regge@helbling.ch

²Siemens Healthcare GmbH, Henri-Dunant-Str. 50, 91058 Erlangen,
tanja.muenz@siemens-healthineers.com

³in-tech GmbH, Parkring 32, 85748 Garching, andre.brueckmann@in-tech.com

⁴Continental Automotive GmbH, Siemensstraße 12,
93055 Regensburg, Stephan.Stangl@continental-corporation.com

Keywords: *Weiterbildung, Systems Engineering, Zertifizierung*

Zusammenfassung: Die Einführung von Systems Engineering ist durch die omnipräsente Komplexität getrieben und wird als erfolgskritisch für die Zukunftsfähigkeit von Unternehmen gesehen. Dabei ist die Befähigung der Mitarbeiter ein essentieller Treiber. Die Ausbildung / Personenzertifizierung zum „Certified Systems Engineer (GfSE)®“ nach den Regularien des SE-ZERT® Programms bietet den Teilnehmern einen soliden Hintergrund in der Theorie, den Konzepten sowie Prozessen des Systems Engineerings nach internationalen Standards. Es vermittelt zusätzlich die notwendigen Kenntnisse für die praktische Arbeit eines Systems Engineers. Mission der GfSE Systems Engineering Weiterbildung war es ein kompatibles Programm zur INCOSE Zertifizierung zu etablieren, welches auch zusätzliche Elemente beinhaltet, die aus Sicht der GfSE e.V als wichtig betrachtet wurden. Das SE-ZERT® Weiterbildungsprogramm ist somit nicht die deutschsprachige Ausprägung der INCOSE Zertifizierung, sondern ein eigenständiges Zertifizierungsprogramm. Kernstück des SE-ZERT® Programms bilden 3 Kernkurricula (Qualifikationsebenen), welche aufeinander aufbauend ausgestaltet sind. Hiermit gewährleistet man ein kontinuierlich hohes Maß an Qualität für die Weiterbildung im Bereich Systems Engineering und fördert somit den Weg zum branchenübergreifenden SE-Experten. In diesem Paper erläutern wir den Aufbau des Programms und geben einen Überblick über die Inhalte und die Weiterentwicklung der Kurricula im Zuge neuer Technologien.

1 Einleitung

Das SE-ZERT® Programm ist eine berufsbegleitende Weiterbildung zum „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ und es bietet den Teilnehmern die Gelegenheit zum Aufbau prozess- und inhaltsbezogener Kompetenzen im Bereich Systems Engineering.

Das SE-ZERT® Programm, der GfSE e.V. gewährleistet, dass der Systems Engineering Gedanke aus einer Sicht kommt. So folgt INCOSE mit dem SEP eher der US-orientierten Zertifizierung-Philosophie, während das SE-ZERT® Programm den europäischen Ansatz

verfolgt. Jedoch besteht eine Äquivalenzbeziehung, da beide Programme aus einem globalen Netzwerk kommen.

Ein entscheidender Unterschied ist, dass das SE-ZERT® Programm nur mit einer Trainingsteilnahme als Zulassungsvoraussetzung durchlaufen werden kann. Ferner basiert das INCOSE SEP Programm ausschließlich auf Multiple Choice Fragen, während das SE-ZERT® Programm immer auch offene Fragen (Ebene A: Interview) enthält, um das Wissen des Teilnehmers eindeutiger bewerten zu können. Mit dem SE-ZERT® Ansatz wird somit erreicht, dass ein hohes Maß an soliden theoretischen Hintergrundwissen, die notwendigen Kenntnisse für die praktische Arbeit, sowie Prozesswissen des Systems Engineerings nach internationalen Standards, vorhanden sind.

Mit einem SE-ZERT® Zertifikat sind Absolventen branchenübergreifend für Ihre Arbeit als Systems Engineers qualifiziert. Das Programm wurde von der GfSE e.V. zusammen mit dem TÜV Rheinland als Personenzertifikat entwickelt. Es orientiert sich damit an der EN ISO/IEC 17024 zur Personenzertifizierung.

Das SE-ZERT® Programm unterscheidet aufeinander aufbauende Qualifikationsebenen von D (Student) bis A (Experte), die die kontinuierliche Steigerung der Systems Engineering Kompetenz widerspiegeln. Die Inhalte der Qualifikationsebenen sind in Kernkurrikula festgelegt und bilden somit die Grundlage für die Weiterbildung. Ihre Inhalte werden regelmäßig überprüft und weiterentwickelt, um aktuelle und neue Themen, wie beispielsweise Agilität, Nachhaltigkeit, KI mit zu berücksichtigen.

Die Kernkurrikula mit deren verschiedenen Qualifikationsebenen definieren Erwartungshaltungen an die Kompetenzen eines Systems Engineers. Die Vermittlung dieser Kompetenzen für die jeweilige Ebene werden von akkreditierten Lehrgangsanbietern durchgeführt.

Im vorliegenden Text werden teilweise männliche Formen benutzt. Im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes sind diese Bezeichnungen als nicht geschlechtsspezifisch zu betrachten.

2 Kontext SE-ZERT® Programm

Die Vermittlung von Systems Engineerings nach internationalen Standards im SE-ZERT® Programm basiert auf ineinandergreifenden Kompetenzelementen. Zu diesen Kompetenzelementen zählen die Kurrikula, die Trainerqualifikation, der Zertifizierungs- und Erneuerungsprozess.

Detaillierte Informationen sind auf der offiziellen Homepage von SEZERT (www.sezert.de) zu finden.

Die folgende Darstellung zeigt die Einbindung der 3 Kernkurrikula in das SE-ZERT® Programm. Die Inhalte der 4 Qualifikationsebenen (D/C, B und A) sind in 3 Kernkurrikula festgelegt. SE-ZERT® Assessoren definieren die Inhalte der 3 Kernkurrikula. Diese sind die

Grundlage der Lehrinhalte für die akkreditierten Lehrgangsanbieter. Die globale Prüfungskommission (Zertifizierungsstelle) besteht aus SE-ZERT® Assessoren und SE-TREC Mitarbeitern. Diese prüfen „Certified Systems Engineers (GfSE)®“ Anwärtler auf Basis des entsprechenden Kurrikulums.



Bild 1. Kontext SE-ZERT® Programm

3 Zulassungsvoraussetzungen

Damit eine kontinuierliche hohe Vermittlung der Lehrinhalte der Kernkurrikula gewährleistet werden kann, sind Voraussetzungen für den Lehrgangsanbieter, den Trainer, als auch den „Certified Systems Engineer (GfSE)®“ Anwärtler verpflichtend.

3.1 Zulassungsvoraussetzung „Certified Systems Engineer (GfSE)®“ Anwärtler

Zulassungsvoraussetzung für den Anwärtler sind aus der Sicht des SE-ZERT® notwendig, um sicher stellen zu können, dass die Weiterbildung im Bereich Systems Engineering nur mit einem definierten Qualifikationsniveau eingestiegen werden kann. Für den Anwärtler basieren diese Voraussetzungen zum einen auf die bereits erworbene berufliche Kompetenz, sowie zum anderen auf eine zusätzliche professionelle Weiterbildung bei einem akkreditierten Lehrgangsanbieter.

3.2 Zulassungsvoraussetzung für akkreditierten Lehrgangsanbieter und Trainer

Lehrgangsanbieter verpflichten sich zu einem inhaltlichen Standard. Dieser wird durch die Kernkurrikula definiert und bildet somit die Grundlage zur Erstellung des Trainingsprogramms sowie der eigentlichen Akkreditierung. Bei der Zulassungsvoraussetzung als Lehrgangsanbieter ist immer eine Vollständigkeit des Materials gemäß den GfSE Kurrikula notwendig. Neben den Voraussetzungen für die Lehrgangsanbieter sind auch für die Trainer einige Voraussetzungen verpflichtend. Diese sind z.B. der Besitz eines gültigen INCOSE- oder GfSE-Zertifikates, Berufserfahrung im Umfeld des Systems Engineerings, oder auch eine Zusatzausbildung im Bereich soziale Kompetenz.

4 Grundstruktur Kurrikulum für SE-ZERT®

Die 3 Kernkurrikula für den SE-ZERT® Ebene D/C, B und A haben eine gemeinsame Grundstruktur. Diese Grundstruktur ist in 9 Module unterteilt. Die Beschreibung der Module erfolgt in einer schematisch gegliederten Form. Inhalte dieser Form sind u.a. Lernziele, Lerninhalte, Lernform, Lehrmaterialien, Literaturempfehlungen u.v.m..

Tabelle 1. Grundstruktur Kurrikulum

Modul	Themenbereich
#1	Bereich Grundlagen des Systems Engineering
#2	Projektübergreifende Schnittstellen
#3	Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management
#4	Systems Engineering Management
#5	Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation
#6	Realisationsprozesse
#7	Querschnittsfunktionen innerhalb von Entwicklungsprojekten
#8	Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design
#9	Konfliktmanagement und soziale Kompetenz

Die Modulinhalt des SE-ZERT® sind für alle Ebenen des SE-ZERT® gleich. Entsprechend der ausgewählten Ebene sind allerdings die Kompetenzanforderungen (“verstehen”, “anwenden”, “beherrschen”) für die Modulelement unterschiedlich.

Tabelle 2. Kompetenznachweis

Kompetenzanforderung	Erklärung (Kurzform)	Ebene
verstehen	Begriffe und Einordnung in entsprechenden SE-Bereich kennen	D/C
anwenden	Verfahren verstehen und in seiner ganzen Breite anwenden	D/C vereinzelt B
beherrschen	Verfahren selbst anwenden, delegieren, steuern, bewerten und vermitteln	B in vielen Bereichen A

Die Transferleistung, die vom Anwarter erbracht werden muss, ist abhängig von der Kompetenzanforderungen der jeweiligen Qualifikationsebenen ist.

5 Modulbeschreibung

Tabelle 3. Themenbereiche

Themenbereiche
<p>Modul 1: Bereich Grundlagen des Systems Engineering Dies Modul beinhaltet die wesentlichen Definitionen des Systems Engineering, vermittelt das Verständnis einschlägiger internationaler Normen (ISO/IEC/IEEE 15288) und die Verwendung branchenüblicher Standards.</p> <p>Begründung: Mit den Grundlagen wird die Basis für aufbauende Themen gelegt, die Begrifflichkeiten definiert und der Rahmen, in dem sich Systems Engineering abspielt, vermittelt. Damit wird eine Vereinheitlichung und Verbesserung der Kommunikation im Systems Engineering Umfeld über Branchen hinweg erreicht. Dies dient einer schnelleren und effizienteren Einarbeitung im Falle eines Arbeitgeberwechsels. “Man fühlt sich gleich wohl in der neuen Umgebung”.</p>
<p>Modul 2: Projektübergreifende Schnittstellen Das Modul stellt ein anwendbares Wissen bezüglich der Rahmenbedingungen einer Produktentwicklung, typischer Unternehmensprozesse und -ziele, sowie technische Projektsteuerung, Lebenszyklus-, Infrastruktur- und Projektportfoliomanagement sicher.</p> <p>Begründung: Das Verständnis des Kontexts und der Rahmenbedingungen einer Produktentwicklung sind essentiell für die Arbeit eines Systems Engineers. Der Systems Engineer sollte auch den erweiterten Umgebungskontext eines Projektes kennen und im Sinne des Unternehmens strategisch mitwirken, wenn nicht sogar entscheiden.</p>
<p>Modul 3: Schnittstellen des Systems Engineering zu Projekt Management Das Modul vermittelt Grundlagenwissen zum Projekt Management, wie beispielsweise Projektplanung, -auswertung und -steuerung, Projektstrukturen und -ziele, Projektdokumentation, Definition von Arbeitspaketen, Rollen und Verantwortlichkeiten, Zeitpläne und Budgets, sowie Prozessauswirkungen auf Kunden und Lieferanten.</p> <p>Begründung: Projekte werden meist von einem Projektleiter und einem Systems Engineer gemeinsam geführt. Hierfür sind neben einer gemeinsamen Sprache auch die Kenntnisse von grundlegenden Projektmanagement essentiell, um ein Projekt erfolgreich zu bearbeiten. Der Systems Engineer könnte auch mit diesem Wissen den Projektleiter unter Umständen vertreten.</p>
<p>Modul 4: Systems Engineering Management Im Modul werden die Kernelemente des Konfigurationsmanagement-, Entscheidungsmanagement- und Risikomanagementprozesses vermittelt, sowie die Fähigkeit Baselines festzulegen. Des Weiteren wird auf die wesentlichen Dokumente SEP und SEMP eingegangen.</p>

<p>Begründung: Die Prozesse und Produkte des Systems Engineering Managements und des technischen Managements sind eine wesentliche Grundlage im Systems Engineering. Ohne diese Prozesse wäre eine systematische effiziente Produktentwicklung nicht möglich. Die gut dokumentierte Rückverfolgbarkeit auf Artefakte wie gerade Entscheidungen oder Risiken sind in der heutigen modernen schnellen digitalen Welt nicht außer Acht zu lassen und ersparen Aufwand.</p>
<p>Modul 5: Anforderungsmanagement und Validierung & Verifikation Im Modul wird das Herleiten und sichere Strukturieren von Anforderungen vermittelt, welche die Basis für eine erfolversprechende Architektur und Verifikation sind.</p> <p>Begründung: Die Hauptaufgaben des Systems Engineering ist es die Kundenbedarfe frühzeitig zu verstehen, alle Stakeholder einzubinden, und ein gemeinsames Verständnis zu schaffen. Ohne die V&V eines Produktes gegen deren Spezifikationen hätten wir weniger qualitativ hochwertige und sichere Produkte auf dem Markt. Die daraus resultierende Dokumentation dient oft als Abnahmekriterium in einer Kundenbeziehung oder als Basis für eine behördliche Zulassung.</p>
<p>Modul 6: Realisationsprozesse Der Realisierungsprozess stellt sicher, dass die Kenntnisse und Fertigkeiten für die Entwicklungsphasen vom Detaildesign über Integration, Verifikation & Validierung bis zur Übergabe an den Nutzer beherrscht werden. Konfiguration- und Qualitätsmanagement unterstützen.</p> <p>Begründung: In der Produktentwicklung ist der Nachweis, ob das richtige Produkt gebaut wurde und ob das Produkt richtig gebaut, ein wesentlicher Aspekt, um die Kundenzufriedenheit, eines der Hauptziele eines Unternehmens, sicherzustellen. Darüber hinaus kann das technische / finanzielle Projektrisiko durch V&V von Subsystemen und gut gewählter Integrationsstrategien erheblich reduziert werden.</p>
<p>Modul 7: Querschnittsfunktionen innerhalb von Entwicklungsprojekten Das Modul umfasst Querschnittsfunktionen innerhalb von Entwicklungsprojekten wie zum Beispiel Wartbarkeit, Zuverlässigkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit, Design-to-Cost und Lebenszykluskosten (LCC).</p> <p>Begründung: In der ganzheitlichen Betrachtung des Systems Engineering steht die Nützlichkeit für den Endnutzer im Vordergrund. Seit Jahren gewinnen weitere Aspekte wie Nachhaltigkeit, Energieeffizienz aufgrund des Klimawandels und schwindender Ressourcen immer mehr an Bedeutung und beeinflussen daher stark die Anforderungen an Produkte, sowie die Kundenzufriedenheit.</p>
<p>Modul 8: Berücksichtigung von operationellen Aspekten und der Stilllegung im Design Dieses Modul betrachtet neben der Übergabe des Produkts an den Anwender, dem Betrieb, der Auswertung von Betriebsdaten, der Weiter- und Wiederverwendung, auch die Entsorgung.</p> <p>Begründung: Ein Unternehmen ist gesetzlich nicht nur für die Herstellung von Produkten, sondern auch für deren Betrieb und Entsorgung verantwortlich. Die umfassende</p>

Betrachtung des SE, dass jede Phase Anforderungen / Einschränkungen für das Produkt ergeben können, trägt in großem Maße dazu bei, dieser Verpflichtung gerecht zu werden.

Modul 9: Konfliktmanagement und soziale Kompetenz

Gemäß der INCOSE Definition ist SE ist ein interdisziplinärer Ansatz. Der Systems Engineer ist Mittler zwischen PL und Fachabteilungen. Neben Führungsaufgaben umfasst die Tätigkeit des SE auch das Lenken und Motivieren des Projektteams. Sie erfordert ein hohes Verhandlungsgeschick und gute Kommunikationsfähigkeiten.

Begründung: Der Systems Engineer agiert in seiner Aufgabe als Vermittler und Ansprechpartner für verschiedene Fachbereiche und Stakeholder, da er das System ganzheitlich, interdisziplinär und über den gesamten Lebenszyklus betrachtet. Oft wird auch das Bild eines Dirigenten verwendet, der die Tätigkeiten im Lebenszyklus orchestriert. Softskills spielen daher eine besondere Rolle.

In der Studie „Systems Engineering in Deutschland“, bewerten die befragten Unternehmen daher unter anderem das Konfliktmanagement als einer der wichtigsten Kompetenzen, um Systems Engineering in einem Unternehmen erfolgreich einführen zu können.

Ein Systems Engineer muss in der Lage sein, effektiv mit verschiedenen Fachleuten, einschließlich Kunden, Ingenieuren, Technikern und Managern, zu kommunizieren. Dies umfasst sowohl das klare und präzise Übermitteln von Informationen als auch das Zuhören und Verstehen der Bedürfnisse und Anforderungen anderer. Durch gute Kommunikationsfähigkeiten kann der Systems Engineer eine reibungslose Zusammenarbeit sicherstellen und Missverständnisse minimieren.

Literaturverzeichnis

- [1] INCOSE Systems Engineering Handbuch
- [2] ISO/IEC/IEEE 15288; Systems and software engineering — System life cycle processes
- [3] <https://www.gfse.de/aus-und-weiterbildung.html>
- [4] <https://www.sezert.de>
- [5] <https://www.incose.org/systems-engineering-certification/certification-blog/certification-blog/2021/11/19/what-is-incose-certification%27s-relationship-with-sezert>
- [6] Prozesswerk Studie 2021 „Systems Engineering in Deutschland“