

Leitfaden und Hinweise zur Durchführung der Systems Engineering Reifegradanalyse

Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH
P99481 R+S Team UB

Abbildung 1: Titelseite, INV000537, © kalafoto - Fotolia.com



Leitfaden und Hinweise zur Durchführung der Systems Engineering Reifegradanalyse

Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH

<UB>

Systems Engineering

Erstellt von:

Rücker + Schindele Beratende Ingenieure GmbH
Kapellenweg 6 / 81371 München
T +49 89 7677693-0
Info@RundS.de / www.RundS.de

München, den 17.02.2022

R+S, i.A. Jan von Tongelen
Geschäftsführer

R+S, i.A. Alexander Pölzer
Consultant

Änderungsvermerk

Grundlage des Dokuments

Rev.	Vorlage	Q-Nr.	Datum	Sprache	Verantw.
R00					

Änderungsdokumentation des Dokuments

Rev.	Bemerkung	Datum	Bearb.	Gepr.
R00	Initialstand	22.10.2020	ALPO	

Inhalt

1 Allgemeines über die Systems Engineering Reifegradanalyse	5
2 Forschungsansatz und Vorgehen	6
3 Das Assessmentmodell der Reifegradanalyse	8
3.1 Assessmentgebiete Referenzmodell	9
3.2 Bewertungsrahmen (Measurement Framework)	11
3.2.1 Die Systems-Engineering-Reifegradlevel	11
3.2.2 Einstufungsprozess der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level	14
3.2.3 Die Bewertungsskala	16
3.2.4 Das Reifegradmodell	17
4 Die unterschiedlichen Assessments der Systems Engineering Reifegradanalyse	19
4.1 Das Full-Assessment	19
4.2 Das Light-Assessment	19
5 Die Durchführung des Assessments	20
5.1 Leitfaden lesen	20
5.2 Bereitgestellte Links (Full-Assessment oder Light-Assessment) öffnen	20
5.3 Durchführung des Assessments	21
5.4 Die Auswertung	22
5.5 Ableiten spezifischer Handlungsmaßnahmen	23
Abkürzungsverzeichnis	25
Abbildungsverzeichnis	26
Tabellenverzeichnis	27
Literaturverzeichnis	28

1 Allgemeines über die Systems Engineering Reifegradanalyse

Dieser Leitfaden beschreibt detailliert die Funktionsweise der webbasierten Systems Engineering Reifegradanalyse. Anfangs wird nach den allgemeinen Informationen (im ersten Teil) der Forschungsansatz und das Vorgehen (im zweiten Teil) erläutert. Somit erhält der Benutzer alle Hintergrundinformationen über die Systems Engineering Reifegradanalyse. Im dritten Teil sind detaillierte Beschreibungen über das Reifegradmodell und das Auswertungsverfahren zu finden. Abschließend erhält der Benutzer sämtliche Informationen über die Durchführung der Reifegradanalyse.

Die Systems Engineering Reifegradanalyse richtet sich an alle produzierenden Unternehmen, die ihre Systems-Engineering-Reife messen wollen. Anhand von Fragen aus unterschiedlichen Assessmentgebieten sollen dem Benutzer am Ende neben dem Systems-Engineering-Gesamt-Reifegradlevel verschiedene Reifegradlevel pro Assessmentgebiet ausgegeben werden. Die Reifegrade geben eine Einschätzung wieder, wie fähig eine Organisation im Hinblick auf Systems Engineering (SE) ist bzw. wie fortgeschritten die Anwendung von SE innerhalb der Organisation ist. Das übergeordnete Ziel ist es, den Firmen aufzuzeigen, welche Stärken und Schwächen das Unternehmen im Hinblick auf SE besitzt. Hieraus kann das Unternehmen im Nachgang Handlungsmaßnahmen ableiten. Die Systems Engineering Reifegradanalyse ist kostenlos und unverbindlich. Anschließend erfolgt die Auswertung durch Rücker + Schindele und wird dem Benutzer per E-Mail zugeschickt. Optional kann eine tiefgründigere Analyse mit einem R+S-Berater vereinbart werden.

2 Forschungsansatz und Vorgehen

Mittlerweile existieren viele Reifegradmodelle wie CMMI oder A-SPICE, um die Qualität der Prozesse in den Unternehmen bewerten zu können. Diese sind jedoch relativ tiefgründig und aufwendig. Zudem bewerten diese Modelle nicht die Systems-Engineering-Reife im Unternehmen. Allerdings bieten diese eine gute Grundlage, um daraus ein Systems-Engineering-spezifisches Reifegradmodell zu entwickeln. Doch wie genau funktioniert SE? Worauf kommt es an? Wie genau kann das bewertet werden? Im Rahmen seiner Masterarbeit hat Alexander Pölzer (Consultant von R+S) die Vision verfolgt, das bis dato erste öffentliche und webbasierte Systems-Engineering-Selbstassessmentverfahren zu entwickeln. Wir von Rücker + Schindele sind der Meinung, dass anhand kleiner und einfacher Fragen ein Erstassessment erfolgen kann. Hierbei sollen keine spezifischen Systems-Engineering-Workproducts oder -Prozesse abgeprüft werden. Vielmehr soll das Assessment oberflächlich abprüfen, worauf es bei gutem SE ankommt. Ziel ist es, den Unternehmen ein geeignetes Werkzeug zur Verfügung zu stellen, um den Kontrast zwischen den Zielvorstellungen und der realen SE-Situation offenzulegen und daraus geeignete Handlungsmaßnahmen abzuleiten. Die Reifegradanalyse separiert die Implementierung von SE in verschiedene Level und somit eine stufenweise Klassifizierung des Entwicklungsstandes. Das übergeordnete Ziel kann demnach wie folgt definiert werden:

Entwicklung eines toolgestützten Systems-Engineering-Assessment-Ansatzes, um die Grundsätze von SE in Unternehmen messen zu können

In erster Linie wurden zwei empirische Forschungsmethoden angewendet:

- ▶ Befragungen
- ▶ Sekundäranalyse

Im Vergleich zu anderen Wissenschaften ist SE relativ jung. Erst Mitte des 20. Jahrhunderts gab es erste Bestrebungen, SE anzuwenden, und die ersten Publikationen entstanden. Das erste Systems-Engineering-Handbuch der INCOSE entstand bspw. erst 1998. Mit der ISO/IEC/IEEE-15288-Norm 2002 wurde schließlich das erste domänenneutrale Handbuch entwickelt (vgl. INCOSE 2015, S. viii, 12). Aus diesem Grund wurden vor allem Experten bei der Assesmenterstellung einbezogen, die Einblicke in die Anwendung von SE in der Industrie besitzen. Hierzu wurden gezielt Experten aus der Automobil- und Maschinenbauindustrie ausgewählt, die sowohl eine leitende Position in ihren Unternehmen einnehmen als auch fundiertes Systems-Engineering-Wissen aufweisen. Alle Experten sind an Transformationsprojekten bezüglich der Einführung von SE innerhalb ihrer Organisationen beteiligt. Durch Befragungen mit Hilfe einer Interviewreihe konnten reale Erfahrungen und Informationen ermittelt werden. Diese sind besonders wichtig, da aufgrund der gering vorhandenen Informationen in der Literatur spezifische Fakten und Meinungen in die Konzeption einbezogen werden können (vgl. Eisend und Kuß 2021, S. 144f.). Alle Antworten wurden zusammen mit dem jeweiligen Probanden formuliert. Anschließend konnten alle Antworten aus den Interviews gesamthaft konsolidiert und zusammengefasst werden. Die Antworten wurden im Nachgang transferiert, um die Kerninhalte in die Zielbeschreibungen bzw. in den Algorithmus einfließen zu lassen. Primär wurden ihnen in diesem strukturierten Gespräch Fragen gestellt, wie beispielsweise gutes SE aussieht, welche Best Practices sie bereits erlebt haben oder welche Schritte bei der Einführung von SE nicht vergessen werden dürfen.

Die Sekundäranalyse bietet hingegen eine gute Möglichkeit, anhand von bereits vorhandenen Daten/Informationen, wie geltenden Normen und Literatur, die Assessmentfragen und das Reifegradmodell wissenschaftlich korrekt zu belegen (vgl. Richter und Mojescik 2021, S. 1). Da die Theorie aus der Literatur und die geltenden Normen eindeutig definiert, aber nicht „getailort“ sind, sehen wir von Rücker + Schindele es als unabdingbar an, die Best Practices aus der Industrie als Nebengrundlage zu verwenden. Der Umfang der verwendeten Normen und Literatur wurde entsprechend abgegrenzt. Die Fragen der Reifegradanalyse und das Reifegradmodell wurden schließlich mit Hilfe folgender Input-Quellen entworfen:

- ▶ ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and software engineering — System life cycle processes
- ▶ INCOSE Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities
- ▶ ISO/IEC 33020:2019 Information technology – Process assessment – Process measurement framework for assessment of process capability
- ▶ Grundlagen aus Automotive SPICE und CMMI
- ▶ Interviewreihe mit Systems-Engineering-Experten aus der Industrie: Was zeichnet gutes SE aus?
- ▶ Expertise Rücker + Schindele

Um die Entwicklung des Assessmentverfahrens nachvollziehen zu können, wurde der Entwicklungsprozess schematisch in Abbildung 2 dargestellt.

Als Erstes wurde ein grober Theorieentwurf erstellt und eine Abgrenzung des Umfangs erfolgte. Anschließend konnte nach der iterativen Anforderungsaufnahme der Theorieentwurf ergänzt und konkretisiert werden. Die nachfolgende Analyse der im Vorfeld abgegrenzten Normen, Literatur und Reifegradmodelle legte die Rahmenbedingungen des finalen Reifegradmodells fest. Das Reifegradmodell wurde letztendlich nach den spezifisch aufgestellten Anforderungen sinngemäß entwickelt. Danach wurden die Fragen für eine Interviewreihe mit den Systems-Engineering-Experten aus der Industrie konzipiert und die Interviews konnten im Anschluss durchgeführt werden. Im nächsten Schritt konnten alle Antworten stichpunktartig konsolidiert werden. Die daraus abgeleiteten Zielbeschreibungen (siehe Kapitel 3.1) wurden mit Hilfe der ISO/IEC/IEEE 15288 und dem Systems Engineering Handbook im Nachgang verfeinert. Anschließend konnten die finalen Assessmentfragen in geschlossener Form aus den Zielbeschreibungen entwickelt werden. Nachdem eine Einordnung in die verschiedenen Reifegradlevel anhand des erstellten Reifegradmodells erfolgte, wurde das Assessment im Tool implementiert. Zu betonen ist, dass speziell nach der Durchführung der Experteninterviews und Ausgestaltung der Zielbeschreibungen bzw. Assessmentfragen immer wieder iterative Anpassungen am Reifegradmodell vorgenommen wurden. Grund dafür waren u.a. neue/volatile Anforderungen, die bei Produktneuentwicklungen gängig sind und eine gewisse Flexibilität erfordern. Mit Hilfe von ausgewählten Testpersonen konnte das Assessment im selben Zug gereviewt und getestet werden. Im Rahmen von mehreren Designworkshops wurde die Systems Engineering Reifegradanalyse schließlich auf der Internetseite von Rücker + Schindele eingebunden.

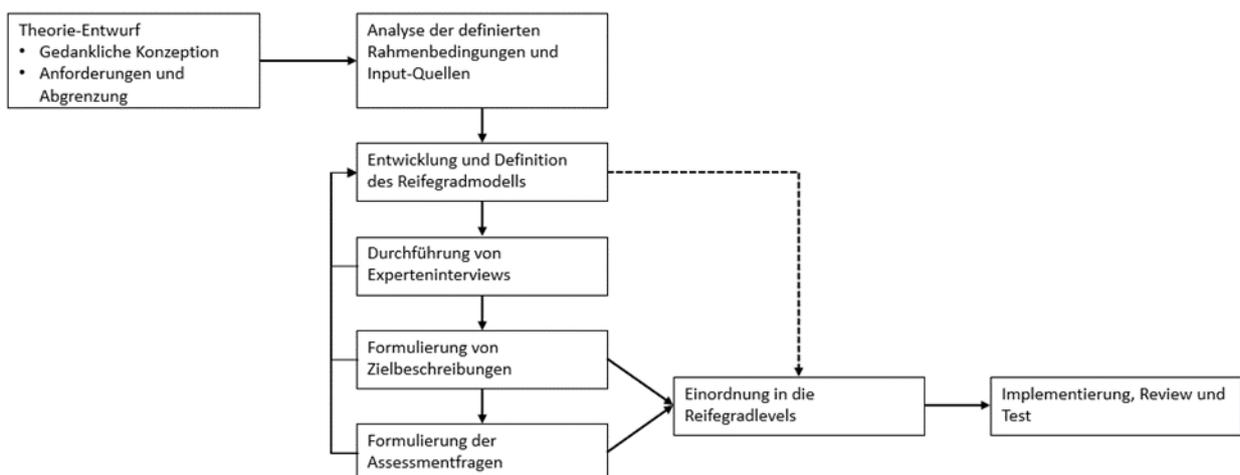


Abbildung 2: Entwicklungsprozess der Reifegradanalyse

3 Das Assessmentmodell der Reifegradanalyse

Das Modell der Reifegradanalyse (vgl. Abbildung 3) basiert auf zwei Dimensionen und wurde angelehnt an das Prozess-Assessmentmodell von Automotive SPICE entwickelt (vgl. Automotive SPICE: 2017 3.1, S. 11). In der ersten Dimension (x-Achse) befinden sich die Assessmentgebiete. Diese entstanden aus den durchgeführten Interviewgesprächen mit den Systems-Engineering-Experten aus der Industrie in Zusammenarbeit mit der Systems-Engineering-Expertise von Rucker + Schindele. Innerhalb dieser Gebiete wurden zunächst Zielbeschreibungen formuliert und anschließend die Assessmentfragen daraus abgeleitet. In der zweiten Dimension (y-Achse) sind die vier aufgestellten Reifegradlevel zusehen. Das Assessmentmodell wurde mit Hilfe der ISO/IEC 33020:2019 und den Referenzmodellen CMMI und Automotive SPICE entwickelt. Normen oder Referenzmodelle wurden basierend auf entsprechenden gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und Erfahrungen von Anwendern entwickelt. Auch hier wurde der Grundsatz befolgt, dass bspw. Normen nicht direkt und unverändert angewendet werden sollen. Sie legen für allgemeine und wiederkehrende Anwendungen lediglich neutral formulierte Regeln oder Leitlinien fest, um einen optimalen Ordnungsgrad zu erreichen (vgl. DIN EN 45020:2007, S. 17). Demnach wurden die ISO/IEC 33020 und die aufgeführten Referenzmodelle entsprechend abgewandelt, so dass der Zweck des Systems-Engineering-Reifegradtools erfüllt wird.

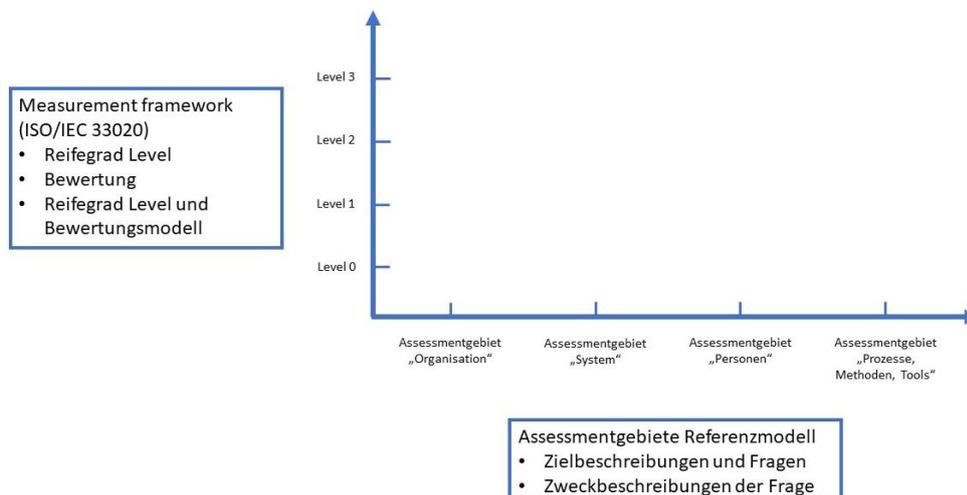


Abbildung 3: Modell der Reifegradanalyse (eigene abgewandelte Darstellung basierend auf Automotive SPICE: 2017 3.1, S. 11)

3.1 Assessmentgebiete Referenzmodell

Die Interviewreihe mit Systems-Engineering-Experten aus der Industrie hatte den Charakter eines offenen Gespräches. Aus den Gesprächen und der Expertise von Rücker + Schindele haben sich folgende Assessmentgebiete herauskristallisiert (vgl. Tabelle 1):

Tabelle 1: Assessmentgebiete der Systems Engineering Reifegradanalyse	
Assessmentgebiet	Allgemeine Prüfungsfrage
Organisation	Wie fähig/reif ist die Organisation hinsichtlich SE?
System	Wie fähig/reif ist das System hinsichtlich der Anwendung von SE?
Personen	Wie fähig/reif sind die Personen der Organisation hinsichtlich der Anwendung von SE?
Prozesse/Methoden/Tools	Wie fähig/reif sind die Prozesse/Methoden/Tools hinsichtlich der Anwendung von SE?

Innerhalb dieser Assessmentgebiete wurden aus den obengenannten Quellen Zielbeschreibungen mit Begründungen formuliert und in die Assessmentgebiete eingegliedert. Dadurch konnten die oben aufgelisteten Grundsatzfragen fundiert beantwortet werden. Im nächsten Schritt wurden aus den Zielbeschreibungen die finalen Assessmentfragen entwickelt. In diesem Schritt wurde ähnlich wie beim SE konzeptionell vom Groben ins Feine vorgegangen, denn Ziele sind für den Problemlösungsprozess von großer Bedeutung. Sie stellen eine Grundlage dar, um daraus die finale Lösung (nämlich die Assessmentfragen) zu entwickeln (vgl. Haberfellner et al. 2019, S. 193). Analog zur Ziele-Mittel-Hierarchie kann die Assessmentfrage als „Mittel“ gesehen werden, um die Zielbeschreibung zu erreichen. Die Position der Zielbeschreibungen und Assessmentfragen leitet sich aus zwei Fragen ab, die beispielhaft in Abbildung 4 belegt wurden (vgl. Haberfellner et al. 2019, S. 198f.):

- ▶ Die Frage „Warum?“ richtet sich immer von unten nach oben
 - ▶ „Warum“ muss die Assessmentfrage mit „Ja“ beantwortet werden? → Um die Zielbeschreibung zu erfüllen und somit ein potenziell höheres Reifegradlevel zu erreichen. Eine Begründung gibt an, „warum“ die Zielbeschreibung in dem Assessmentalgorithmus enthalten ist.
- ▶ Die Frage „Wie?“ richtet sich immer von oben nach unten
 - ▶ „Wie“ kann die Zielbeschreibung erfüllt werden? → Indem die Assessmentfrage mit „Ja“ beantwortet wird.

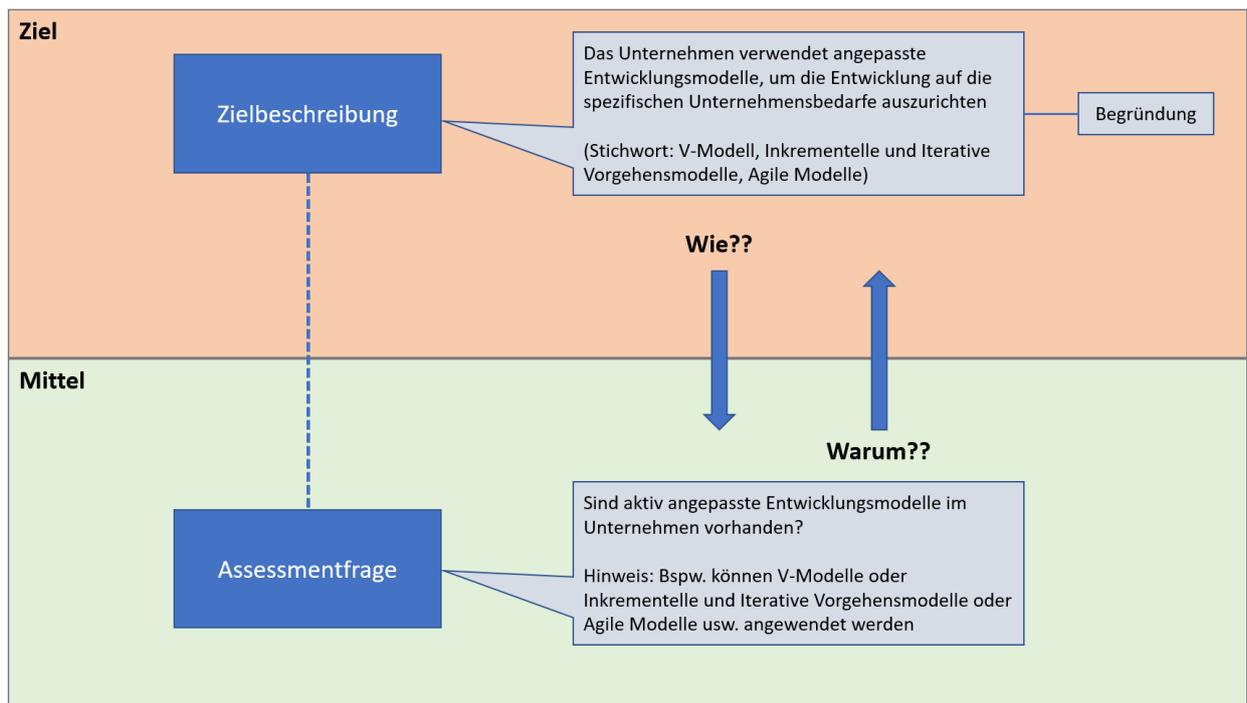


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Zielbeschreibungen und Assessmentfragen abgeleitet (vgl. Haberfellner et al. 2019, 198f.)

3.2 Bewertungsrahmen (Measurement Framework)

Der Bewertungsrahmen wurde, wie bereits erwähnt, mit Hilfe der ISO/IEC 33020 und den Referenzmodellen CMMI und Automotive SPICE entwickelt. Dieser beinhaltet alle Anforderungen und Regeln, um die verschiedenen Systems-Engineering-Reifegradlevel (kurz: SE-Level) zu erreichen.

3.2.1 Die Systems-Engineering-Reifegradlevel

Insgesamt wurden vier Reifegradlevel (siehe Tabelle 3) definiert. Hierbei wird aufgrund des Assessmentumfangs nicht **direkt** zwischen Fähigkeits- und Reifegraden wie im CMMI-Referenzmodell unterschieden (vgl. CMMI® für Entwicklung 1.3, S. 33ff.). Wie in Kapitel 1 beschrieben, decken die Reifegradlevel sowohl die Systems-Engineering-Fähigkeit der Organisation als auch den Fortschritt über die Systems-Engineering-Anwendung ab. Jedoch kann eine ungefähre Abgrenzung zwischen Fähigkeits- und Reifegraden über die Assessmentgebiete erfolgen (vgl. Tabelle 2):

Tabelle 2: Abgrenzung zwischen Fähigkeits- und Reifegraden		
Assessmentgebiet	Beschreibung	Unterscheidung zwischen Fähigkeits- und Reifegrad
Organisation; Personen	Die Organisation setzt die Rahmenbedingungen, dass SE funktionieren kann. Bspw. müssen die Führungskräfte SE befürworten. Die Organisations- und Entscheidungsstrukturen müssen demnach angepasst werden. Die Personen hingegen müssen SE verstanden haben, die Vorteile erkennen und befähigt werden, SE anzuwenden. Sollte das Management die Rahmenbedingungen nicht setzen und die Personen nicht in der Lage sein, SE auszuüben, ist eine Organisation unfähig, SE anzuwenden. Deshalb wird in diesen Assessmentgebieten die Systems-Engineering-Fähigkeit abgedeckt.	Systems-Engineering-Fähigkeit
System; Prozesse/Methoden /Tools	Die Assessmentgebiete „System“ und „Prozesse/Methoden/Tools“ prüfen hingegen ab, wie fortgeschritten die Anwendung von SE innerhalb der Organisation ist. Hierbei kann festgestellt werden, welche „Reife“ bereits vorhanden ist. Zum einen werden die Systemstrukturen bzw. die System- und Lebenszyklusbetrachtungen bewertet. Zum anderen sind die angewendeten Prozesse und Methodiken ausschlaggebend. Hierbei kann gut eingeschätzt werden, ob die Organisation wenig bis viel SE anwendet. Letztendlich kann eine Aussage über die Systems-Engineering-Reife getroffen werden.	Systems-Engineering-Reife

Die Reifegrade für jedes Assessmentgebiet leiten sich aus einem generischen Reifegradmodell von SE-Level 0 bis SE-Level 3 in aufsteigender Form ab. Nachdem die Assessmentfragen und Zielbeschreibungen nur die Grundsätze des SE abfragen und keine spezifischen Artefakte, konnten die vier Reifegradlevel klar voneinander abgrenzt werden. Eine Einstufung von mehr als vier Reifegradlevel erschwert zudem aufgrund der Fülle an Fragen eine klare Abgrenzung der Level. Die generischen SE-Level beinhalten eine Definition und eine dazugehörige Beschreibung. Die spezifischen Handlungsempfehlungen für jede Organisation können nach dem Assessment aus den mit "Nein (falsch)" beantworteten Fragen mit den entsprechenden Begründungen abgeleitet werden (siehe Kapitel 5.5). Im Folgenden sind die Beschreibungen und Definitionen der SE-Level tabellarisch dargestellt (vgl. CMMI® für Entwicklung 1.3, S. 36ff.):

Tabelle 3: Definition und Beschreibung der generischen SE-Level

SE-Level	Definition	Beschreibung
SE-Level 0	Rudimentär	<p>Es ist keine SE-Strategie zu erkennen.</p> <p>Und/Oder <u>Nahezu keine</u> Bereiche der Organisation sind so ausgerichtet, dass die Anwendung von SE unterstützt wird.</p> <p>Und/Oder Ein Systemdenken in den Produktentwicklungsprojekten ist nicht zu erkennen.</p> <p>Und/Oder SE-Prozesse, -Methoden und -Tools werden nicht angewendet.</p> <p>Und/Oder Sämtliche Abteilungen und Personen haben keinerlei SE-Erfahrung und -Know-how vorzuweisen.</p>
SE-Level 1	Teilweise existent	<p>Eine bewusst durchgeführte SE-Strategie ist nicht zu erkennen.</p> <p>Und/Oder <u>Einige</u> Bereiche der Organisation sind so ausgerichtet, dass die Anwendung von SE unterstützt wird.</p> <p>Und/Oder Ein Systemdenken ist in den Produktentwicklungsprojekten <u>teilweise</u> vorhanden.</p> <p>Und/Oder SE-Prozesse, -Methoden und -Tools werden <u>teilweise</u> unbewusst angewendet, und der Zweck von SE wird teilweise erreicht.</p> <p>Und/Oder Die Abteilungen und Personen haben <u>geringfügige</u> bis keine SE-Erfahrung und -Know-how vorzuweisen.</p>

SE-Level 2	Existent	<p>Eine bewusst durchgeführte SE-Strategie ist zu erkennen und wird verfolgt.</p> <p>Und/Oder <u>Viele</u> Bereiche der Organisation sind so ausgerichtet, dass die Anwendung von SE unterstützt wird.</p> <p>Und/Oder Ein Systemdenken ist in den Produktentwicklungsprojekten weitestgehend vorhanden.</p> <p>Und/Oder SE-Prozesse, -Methoden und -Tools werden bewusst angewendet, und der Zweck von SE wird <u>weitestgehend</u> erreicht.</p> <p>Und/Oder Ein <u>Großteil</u> der Abteilungen und Personen besitzen SE-Erfahrung und -Know-how.</p>
SE-Level 3	Ausgeprägt	<p>SE wird strategisch in allen Unternehmensbereichen verfolgt.</p> <p>Und/Oder <u>Nahezu alle</u> Bereiche der Organisation sind so ausgerichtet, dass die Anwendung von SE unterstützt wird.</p> <p>Und/Oder Ein Systemdenken ist in den Produktentwicklungsprojekten <u>nahezu durchgehend</u> vorhanden.</p> <p>Und/Oder SE-Prozesse, -Methoden und -Tools werden bewusst angewendet, und der Zweck von SE wird <u>nahezu immer</u>, je nach Bedarf erreicht.</p> <p>Und/Oder Sämtliche Abteilungen und Personen haben SE-Erfahrung und -Know-how vorzuweisen.</p>

Nachdem die Reifegradlevel in den Reifegradmodellen oft aus subjektiven oder unmessbaren Wortbeschreibungen bestehen, wurde versucht, die ambivalenten Bedeutungen mit Prozentangaben zu belegen. Diese wurden in den oben aufgestellten Zielbeschreibungen hervorgehoben. Hierbei wurde die Bewertungsskala der ISO/IEC 33020 verwendet. Folgende Prozessschritte und Beispiele erläutern, wie die Tabelle 4 zu lesen ist:

1. Das ambivalente Wort aus den Beschreibungen der SE-Level in Tabelle 3 merken.
 - a. Das Wort „**geringfügig**“ wurde in der „**SE-Level 1**“-Beschreibung verwendet
 - b. Das Wort „**Großteil**“ wurde in der „**SE-Level 2**“-Beschreibung verwendet
2. In den Beschreibungen aus Tabelle 4 nachschlagen.
 - a. **Ca. 16 % – 50 %** der Abteilungen und Personen weisen Know-how und Erfahrungen im Systems-Engineering-Bereich auf
 - b. **Ca. 51 % – 85 %** der Abteilungen bzw. Personen weisen Know-how und Erfahrungen im Systems-Engineering-Bereich auf

Tabelle 4: Erläuterungen der ambivalenten Wörter, abgeleitet aus der Bewertungsskala der ISO/IEC 33020

Wort	Erläuterung
Nahezu keine	Beschreibung trifft zu 0 % bis ≤ 15 %
Einige	Beschreibung trifft zu > 15 % bis ≤ 50 %
Teilweise	Beschreibung trifft zu > 15 % bis ≤ 50 %
Geringfügig	Beschreibung trifft zu > 15 % bis ≤ 50 %

Viele	Beschreibung trifft zu > 50 % bis ≤ 85 %
Weitestgehend	Beschreibung trifft zu > 50 % bis ≤ 85 %
Großteil	Beschreibung trifft zu > 50 % bis ≤ 85 %
Nahezu alle	Beschreibung trifft zu > 85 % bis ≤ 100 %
Nahezu durchgehend	Beschreibung trifft zu > 85 % bis ≤ 100 %
Nahezu immer	Beschreibung trifft zu > 85 % bis ≤ 100 %

3.2.2 Einstufungsprozess der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level

Im nächsten Schritt wurde den formulierten Zielbeschreibungen und den daraus abgeleiteten Fragen jeweils ein SE-Level zugewiesen. Die einzelnen SE-Level geben eine Abstufung der Systems-Engineering-Reife wieder. Die Einordnung der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level wurde wie folgt durchgeführt:

- ▶ **SE-Level 0:** Es wurden keine Zielbeschreibungen/Fragen speziell für das SE-Level 0 entwickelt. Denn sobald SE-Level 0 erreicht wird, wendet das Unternehmen SE im Unternehmen (noch) nicht an bzw. erfüllt die Voraussetzungen (noch) nicht. Sobald die SE-Level-1-Fragen nicht ausreichend (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 9) korrekt beantwortet wurden, erhält das Unternehmen automatisch das SE-Level 0.
- ▶ **SE-Level 1:** Zielbeschreibungen/Fragen, die zu den absoluten Basics des SE gehören.
- ▶ **SE-Level 2:** Zielbeschreibungen/Fragen, die eine fortgeschrittene Anwendung von SE abdecken.
- ▶ **SE-Level 3:** Zielbeschreibungen/Fragen, die eine Anwendung von sehr gutem und fortgeschrittenem SE abdecken.

Zielbeschreibungen/Fragen, die zu den absoluten Basics des SE gehören, wurden in das SE-Level 1 eingestuft. Die Zielbeschreibungen/Fragen der SE-Level 2 oder 3 sind an die Unternehmen gerichtet, die bereits SE anwenden und die Basics (SE-Level-1-Fragen) des SE schon umgesetzt haben. Somit ist in jedem Assessmentgebiet ein Set aus Fragen mit unterschiedlichen SE-Level enthalten (vgl. Abbildung 5). Die Einstufung der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level stellt einen rationalen Weg dar, um die Systems-Engineering-Reife im Unternehmen weiter auszubauen.

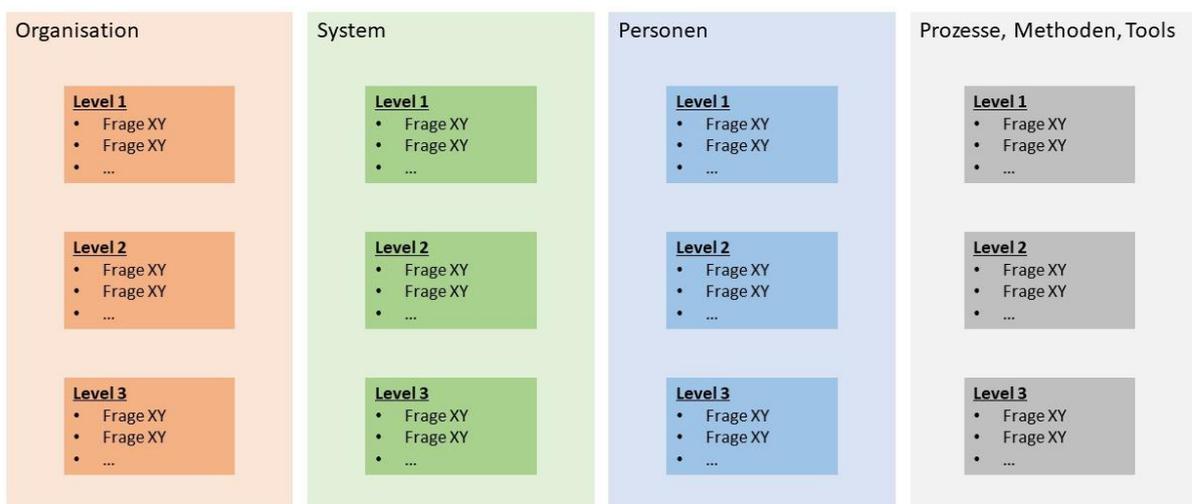


Abbildung 5: Zusammenhang der Assessmentgebiete, Fragen und SE-Levels

Die Einstufung der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level erfolgte subjektiv. Mit der langjährigen Erfahrung von Rücker + Schindele im Systems-Engineering-Bereich konnten viele Erkenntnisse über die Anwendung von SE in der Industrie gewonnen werden. Somit wurden die Zielbeschreibungen/Fragen

sinngemäß in die verschiedenen SE-Level eingeteilt und mit verschiedenen Experten diskutiert. Die folgenden Beispiele aus der Tabelle 5 veranschaulichen den Einstufungsprozess.

Tabelle 5: Beispiel bezüglich der Einordnung der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level			
Zielbeschreibung	Assessmentfrage	Begleittext/Begründung	SE-Level
<p>Entscheidungen müssen von Systemebene auf Systemelementebene erfolgen.</p>	<p>Erfolgen Entscheidungen von Systemebene auf Systemelementebene?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Der klassische Systems-Engineering-Ansatz ist Top-down. Anforderungen werden von übergeordneten Systemebenen bis hin zu den einzelnen Systemelementen heruntergebrochen und entwickelt. Entscheidungen müssen daher immer von der übergeordneten Systemebene auf die unteren Systemebenen/-elementebenen erfolgen. Zwar können durch das rekursive Anwenden der Entwicklungsaktivitäten über die Ebenen hinweg neue Anforderungen von den Systemelementebenen auf Systemebenen eingesteuert werden, aber Systemarchitekturentscheidungen sollten immer vom übergeordneten System erfolgen. Das Verständnis gehört zu den absoluten Basics. Nicht zu verwechseln mit Software-Engineering, denn hier sind sehr wohl auch Bottom-Up Ansätze etabliert.</p>	<p>Organisation SE-Level 1</p>
<p>Der Systems Engineer hat Einfluss auf die Unternehmensstrategie und berät die obere Führungskräfteebene strategisch.</p>	<p>Hat der Systems Engineer Einfluss auf die Unternehmensstrategie und berät die obere Führungskräfteebene strategisch?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>SE beinhaltet mehrere Managementaktivitäten, und die Entscheidungen des Systems Engineers haben maßgeblich Einfluss auf das Business des Unternehmens. Aus diesem Grund sollte dieser in engem Austausch mit der Geschäftsführung stehen. Dieser Punkt gehört nicht mehr zu den absoluten Grundlagen, sondern spiegelt fortgeschrittene SE-Aktivitäten im Unternehmen aus den folgenden zwei Gründen wider: 1. Sinn und Zweck von SE wurde verstanden, dass SE im gesamten Unternehmen inkl. Entscheidungen angewendet werden muss, 2. Systemverantwortliche Rollen sind etabliert.</p>	<p>Organisation SE-Level 2</p>

<p>In der Organisation sollten unterschiedliche Verantwortlichkeiten (Karrierestufen/Leader) in Form von Rollen im Rahmen der Aufbauorganisation verankert sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disziplinarische Verantwortung • Projektverantwortung (Gesamtprojektziel) • Systemische Verantwortung über den Systemlebenszyklus (Systems Engineer) 	<p>Wird im Unternehmen zwischen einer disziplinarischen, Projekt- und Systemverantwortung unterschieden?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Dem Unternehmen sollte bewusst sein, dass grundsätzlich zwischen den drei Verantwortlichkeiten unterschieden werden soll, um Interessenkonflikte zwischen den Gebieten und den damit zusammenhängenden Entscheidungen klar abzugrenzen. In mittelständischen Unternehmen mit weniger Mitarbeitern können ggf. zwei Rollen von einer Person übernommen werden (nicht der optimale Fall). Deswegen wurde hier bewusst der Begriff „Rolle“ und nicht „Person“ verwendet.</p>	<p>Organisation SE-Level 3</p>
---	--	--	--------------------------------

3.2.3 Die Bewertungsskala

Die Bewertungsskala der Systems Engineering Reifegradanalyse wurde aus dem Measurement Framework der ISO/IEC 33020 abgeleitet. Innerhalb des Messrahmens ist eine Assessmentfrage eine messbare Eigenschaft der Systems-Engineering-Reife eines Unternehmens. Die Bewertung der einzelnen Fragen pro SE-Level geben Auskunft, inwiefern das Unternehmen die SE-Level erfüllt. Die Tabelle 6 zeigt die Bewertungsskala, abgeleitet von der ISO/IEC 33020, mit einer eigenen Definition der jeweiligen Skalen (vgl. ISO/IEC 33020:2019; vgl. Automotive SPICE: 2017 3.1, 16f.):

Tabelle 6: Bewertungsskala abgeleitet von der ISO/IEC 33020

N	Not achieved	Viele Fragen des jeweiligen SE-Level wurden mit „Nein (falsch)“ beantwortet. Es sind wenig Ansätze zu sehen, um das SE-Level in einem Assessmentgebiet zu erreichen.
P	Partially achieved	Einige Fragen des jeweiligen SE-Level wurden mit „Nein (falsch)“ beantwortet. Erste Ansätze, um das SE-Level in einem Assessmentgebiet zu erreichen, sind zu erkennen.
L	Largely achieved	Ein Großteil der Fragen des jeweiligen SE-Level wurden richtig beantwortet. Eine systematische Anwendung von SE ist in einem Assessmentgebiet zu erkennen. Dennoch sind einige Schwächen vorhanden.
F	Fully achieved	Sehr viele Fragen des jeweiligen SE-Level wurden richtig beantwortet. Eine systematische Anwendung von SE ist in einem Assessmentgebiet ohne große Schwächen zu erkennen.

Die soeben beschriebene Bewertungsskala wird in der ISO/IEC 33020 in einer prozentualen Abstufung dargestellt. Deshalb eignet sich diese auch für die Systems Engineering Reifegradanalyse (vgl. Tabelle 7).

Denn die mit „Ja“ beantworteten Fragen können pro SE-Level in jedem Assessmentgebiet prozentual ausgewertet werden.

Tabelle 7: Bewertungsskala prozentual nach der ISO/IEC 33020

Level	Bedingung	Rating
N	Not achieved	0 % to ≤ 15 % achievement
P	Partially achieved	> 15 % to ≤ 50 % achievement
L	Largely achieved	> 50 % to ≤ 85 % achievement
F	Fully achieved	> 85 % to ≤ 100 % achievement

Folgendes Beispiel (vgl. Tabelle 8) verdeutlicht die Systematik der Bewertungsskala, angewendet auf die Systems Engineering Reifegradanalyse:

Im Assessmentgebiet „**Organisation**“ sind neun Fragen in das „**SE-Level 1**“ eingeordnet worden. Der Benutzer beantwortete **sieben von neun** Fragen mit „**Ja**“. Eine prozentuale Auswertung ergibt, dass **ca. 78% der Fragen mit „Ja“** beantwortet wurden. Somit wurde das „**SE-Level 1**“ des Assessmentgebiets „**Organisation**“ mit „**Largely achieved (L)**“ bewertet.

Tabelle 8: Beispielhafte Auswertung der Systems Engineering Reifegradanalyse

Assessmentgebiet	SE-Level	Anzahl der Fragen	Anzahl der mit „Ja“ beantworteten Fragen	Prozentuale Auswertung der mit „Ja“ beantworteten Fragen	Level
Organisation	1	9	7	≈ 78 %	Largely achieved (L)

3.2.4 Das Reifegradmodell

Auch das Reifegradmodell wurde angelehnt an die ISO/IEC 33020 entwickelt. Das Erreichen der unterschiedlichen SE-Level pro Assessmentgebiet hängt von den in Tabelle 9 definierten Bedingungen ab. Die Tabelle definiert somit die Regeln, ab wann ein spezifisches SE-Level erreicht wird. Allgemein kann gesagt werden, dass das Erreichen eines bestimmten SE-Level ein weitestgehendes Erreichen (largely achieved) des entsprechenden Level und das vollständige Erreichen (fully achieved) aller darunterliegenden SE-Level erfordert (vgl. ISO/IEC 33020:2019; vgl. Automotive SPICE: 2017 3.1, S. 20).

Tabelle 9: Reifegradmodell abgeleitet von der ISO/IEC 33020

Level	Bedingung	Rating
Level 1	Assessmentgebiet Level- 1 -Fragen	Largely
Level 2	Assessmentgebiet Level- 1 -Fragen	Fully
	Assessmentgebiet Level- 2 -Fragen	Largely
Level 3	Assessmentgebiet Level- 1 -Fragen	Fully
	Assessmentgebiet Level- 2 -Fragen	Fully
	Assessmentgebiet Level- 3 -Fragen	Largely

4 Die unterschiedlichen Assessments der Systems Engineering Reifegradanalyse

Anfangs sollte das Assessment nach der ersten Anforderungsaufnahme mit den Initiatoren einen Zeitrahmen von 30 Minuten nicht übersteigen. Im Rahmen der Konzeption hat sich aber herausgestellt, dass das Assessment aufgrund der geringen Anzahl der Fragen/Zielbeschreibungen dann zu ungenau gewesen wäre und nicht alle wichtigen Grundsätze abgedeckt hätte. Im Rahmen eines Change Requests wurde letztendlich entschieden, zwei Varianten der Systems Engineering Reifegradanalyse anzubieten. Das „Full-Assessment“ bietet eine vollständige Abdeckung aller geplanten Fragen und Zielbeschreibungen. Das „Light-Assessment“ hingegen prüft einen kleineren Umfang an ausgewählten Fragen ab.

4.1 Das Full-Assessment

Das Full-Assessment beinhaltet 81 Fragen, die in die verschiedenen Reifegradlevel und Assessmentgebiete eingeteilt wurden. Die Durchführungsdauer beträgt ca. zwei Stunden. Nach dem Assessment erhält der Benutzer eine komplette Übersicht über das Systems-Engineering-Gesamt-Level und die unterschiedlichen Reifegradlevel pro Assessmentgebiet kostenlos von einem Rucker + Schindele-Berater zugeschickt. Somit wird ein detaillierter Überblick über den Fortschritt von SE im Unternehmen ersichtlich. Der Nutzer kann anhand der mit „Nein (falsch)“ beantworteten Fragen Handlungsmaßnahmen ableiten und den Ausbau von SE im Unternehmen kontinuierlich vorantreiben. Anhand der Begleittexte und Begründungen jeder Assessmentfrage erhält der Benutzer zusätzlich Argumente, warum die jeweilige Assessmentfrage essenziell ist. Anschließend kann optional ein unverbindliches Erstgespräch mit einem R+S-Berater vereinbart werden, um eine tiefgründigere Analyse zu starten.

4.2 Das Light-Assessment

Das Light-Assessment stellt, wie der Name bereits beschreibt, ein vereinfachtes Bewertungsverfahren dar, um die Systems-Engineering-Reife im Unternehmen zu messen. Das Light-Assessment beinhaltet 24 Fragen, eingeteilt in die verschiedenen Reifegradlevel und Assessmentgebiete. Die Durchführungsdauer beträgt ca. 30–45 Minuten. Das Light-Assessment besteht aus einem Subset an Fragen des Full-Assessments. Hierbei wurden die zwei wichtigsten Fragen aus jedem Reifegradlevel pro Assessmentgebiet ausgewählt. Die Auswahl der Fragen erfolgte hierbei in interner Abstimmung im Beratungsteam nach subjektiver Einschätzung. Der Benutzer soll bei der Light-Version einen Einblick in das Assessment bekommen, um ein schnelles Ergebnis und eine grobe Einordnung über den aktuellen Systems-Engineering-Reifestand des Unternehmens zu erhalten. Das SE-Gesamt-Reifegradlevel und die SE-Level pro Assessmentgebiet werden in dem Light-Assessment jedoch nicht von einem Rucker + Schindele-Berater ausgewertet. Der Nutzer muss keinerlei persönliche Daten angeben. Die spezifischen Reifegradlevel können anhand des Leitfadens ausgewertet werden. Durch die reduzierte Anzahl der Fragen kann allerdings das Bewertungsmodell der ISO/IEC 33020 (vgl. Kapitel 3.2.3 und 3.2.4) nicht optimal angewendet werden. Vielmehr soll das Assessment (wie bereits erwähnt) dem Benutzer eine erste Orientierung geben, wie das Unternehmen hinsichtlich der Anwendung von SE in den verschiedenen Assessmentgebieten dasteht. Um ein ausführliches Ergebnis zu erlangen, wird empfohlen, das Full-Assessment durchzuführen.

5 Die Durchführung des Assessments

Die Durchführung des Assessments erfolgt in mehreren Schritten. Im Folgenden werden alle wichtigen Hinweise beschrieben, die bei der Durchführung des Full- oder Light-Assessments beachtet werden sollten.

5.1 Leitfaden lesen

Zuerst sollte der Leitfaden gründlich gelesen werden, so dass alle offenen Fragen bezüglich der Durchführung und des Assessmentmodells beantwortet werden. Die FAQs auf der Webseite geben einen groben Überblick über die wichtigsten Fragen und Antworten der Systems Engineering Reifegradanalyse.

5.2 Bereitgestellte Links (Full-Assessment oder Light-Assessment) öffnen

Im nächsten Schritt muss der Benutzer sich entscheiden, welche Form (Full- oder Light-Variante) des Assessments durchgeführt werden soll. Hierbei können folgende Fragen und Antworten die Entscheidung unterstützen (vgl. Tabelle 10):

Tabelle 10: Unterstützungsfragen bei der Auswahl der Assessmentform

Frage	Antwort	Einordnung
Wie viel Zeit möchte ich investieren?		
	Wenig	Light-Assessment
	Viel	Full-Assessment
Wie detailliert möchte ich mein Unternehmen durchprüfen?		
	Detailliert	Full-Assessment
	Grob	Light-Assessment
Reicht mir eine grobe Einschätzung, wo mein Unternehmen steht, aus?		
	Ja	Light-Assessment
	Nein	Full-Assessment
Soll das Assessment für eine tiefgründigere Analyse dienen?		
	Ja	Full-Assessment
	Nein	Light-Assessment
Bin ich bereit, meine Daten, datenschutzkonform, für eine Auswertung mit R+S zu teilen?		
	Ja	Full-Assessment
	Nein	Light-Assessment

5.3 Durchführung des Assessments

Bei der Durchführung des Full-Assessments müssen zuerst personalisierte Daten angegeben werden, um das Ergebnis später auswerten und dem Benutzer zuschicken zu können. Zu betonen ist, dass die angegebenen Daten lediglich für die Auswertung der personalisierten Ergebnisse dienen und nicht für Marketingzwecke weiterbenutzt werden. Der Benutzer kann allerdings, wenn gewünscht, ein unverbindliches Gespräch im Nachgang mit einem R+S-Berater vereinbaren. Bei der Assessmentdurchführung sollte der Benutzer folgende Punkte verinnerlichen bzw. berücksichtigen:

- ▶ Die Assessmentfragen sollten gründlich gelesen werden, um eine Missinterpretation zu vermeiden.
- ▶ Die Begründungen/Zusatzinformationen zu den Fragen helfen dem Benutzer zum einen, die Assessmentfrage besser zu verstehen, und zum anderen, die Relevanz einordnen zu können (vgl. Abbildung 6).

Frage 1 / 26

Frage 1 / 26

Ist dem Management/Unternehmen bewusst, dass Systems Engineering (SE) benötigt wird, und wird SE innerhalb der Organisation strategisch vertreten bzw. angewendet?

Ja

Nein

Antwort einreichen

Begründung/Zusatzinformation:

Sobald neue Systementwicklungsansätze (wie SE) angestrebt werden, müssen solche Transformationen in erster Linie vom Topmanagement eingeführt und mit Hilfe der Mitarbeiter erarbeitet werden. Grundvoraussetzung ist es, den Sinn und Zweck von SE verstanden zu haben und eindeutig zu definieren, welche Vorteile sich die Organisation davon verspricht.

« Frage wiederholen »

« Nächste »

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
22 23 24 25 26

Abbildung 6: Auszug einer Frage mit darauffolgender Begründung/Beschreibung

- ▶ Die Assessmentfragen sollten gewissenhaft und ehrlich beantwortet werden, um eine präzise Einschätzung der Stärken und Schwächen zu erhalten. Andernfalls kann das Ergebnis verzerrt werden und die Vorteile, die das Assessment mit sich bringt, werden nicht ausgenutzt. Bspw. können bei impulsiver Beantwortung keine präzisen Handlungsmaßnahmen aus den fehlerhaften Antworten abgeleitet werden.
- ▶ Das Ziel ist es, die Assessmentfragen kontinuierlich zu verbessern. Es ist gewünscht, bei Unklarheit der Fragen ein Feedback zu hinterlassen, um die Formulierung zu präzisieren.
- ▶ Hin und wieder kann es vorkommen, dass Fragen ähnlich klingen, sich aber im Detail unterscheiden. Grund dafür ist die unterschiedliche Einstufung in die jeweiligen SE-Level der Assessmentfragen. Das Grundprinzip des Assessments lautet immer „je ausgeprägter die Anwendung von SE im Unternehmen stattfindet, umso reifer das Unternehmen“. Folgendes Beispiel aus Tabelle 11 veranschaulicht den Punkt.

Tabelle 11: Verwandte Assessmentfragen in unterschiedlichen SE-Level

Assessmentgebiet Organisation – SE-Level 1

Wird SE in einzelnen **Pilotprojekten** innerhalb der Organisation angewendet?

D.h., Prozesse/Methoden/Tools erfüllen den Zweck der Organisationsbedarfe, die erreicht werden sollen.

Assessmentgebiet Organisation – SE-Level 2

Wird SE bereits in einzelnen **Produktlinien** innerhalb der Organisation angewendet?

D.h., es wurde bereits mehr als ein System nach SE entwickelt, und die Prozesse/Methoden/Tools erfüllen den Zweck der Organisationsbedarfe, die erreicht werden sollen.

- ▶ Die mit „Nein (falsch)“ beantworteten Fragen und die jeweiligen Beschreibungen/Begründungen sollte sich der Nutzer nach dem Assessment abspeichern, um daraus Handlungsmaßnahmen ableiten zu können.

5.4 Die Auswertung

Nachdem das Full-Assessment durchgeführt wurde, erhält der Benutzer eine Auswertung der jeweiligen Level zugeschickt. Die Auswertung erfolgt anhand eines erstellten Excel-Sheets und zeigt die jeweiligen spezifischen SE-Level der Assessmentgebiete und das SE-Gesamt-Level des Unternehmens (vgl. Abbildung 7). In den verschiedenen Arbeitsblättern sind zudem noch einmal die Prämissen des Auswertungsverfahrens bzw. des Reifegradmodells aufgelistet. Mit Erhalt der Auswertungsübersicht und der mit „Nein (falsch)“ beantworteten Fragen hat der Benutzer alle wichtigen Grundlagen, um einen spezifischen Umsetzungsplan mit Handlungsmaßnahmen für das Unternehmen zu erarbeiten. Bei fehlendem Know-how im Unternehmen kann bspw. Kontakt zu Rücker + Schindele aufgenommen werden, um bei der Umsetzung eine Unterstützung zu erhalten.

Assessmentgebiet			Level	Prozent	Organisation	System	Personen	Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte
Organisation		Level 1		67%	Level 1	Level 0	Level 1	Level 2
Organisation		Level 2		71%				
Organisation		Level 3		60%				
System		Level 1		50%				
System		Level 2		20%				
System		Level 3		0%				
Personen		Level 1		60%				
Personen		Level 2		25%				
Personen		Level 3		0%				
Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte		Level 1		87%				
Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte		Level 2		73%				
Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte		Level 3		13%				
Systems Engineering Gesamt-Level						1		

Hinweis:
Die spezifischen Handlungsempfehlungen für Ihr Unternehmen leiten sich aus den „fehlerhaft“ beantworteten Fragen Je SE-Level und Assessmentgebiet ab. Der Begleittext jeder Frage gibt Auskunft über die Relevanz der Frage. Die Auswertung der Fragen wird Ihnen unmittelbar nach dem Assessment zugeschickt. Auf den anderen Blättern sind unter anderem die Beschreibungen der SE-Level und das Auswertungsverfahren nach der ISO/IEC 33020:2019 zu finden.

Abbildung 7: Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse des Full-Assessments

Bei Durchführung des Light-Assessments wird dem Benutzer keine Auswertung zugeschickt, da keine personalisierten Daten angegeben werden müssen. Der Benutzer erhält im Anschluss an das Assessment aber eine prozentuale Auswertung pro Assessmentgebiet und Reifegradlevel (vgl. Tabelle 12). Somit kann sich der Benutzer mit Hilfe der dargestellten Reifegradlogik in Kapitel 3.2.4 die SE-Level der Assessmentgebiete und das SE-Gesamt-Level des Unternehmens in Kapitel 3.2 selbst erarbeiten. Aufgrund der geringen Anzahl der Fragen kann das Auswertungsergebnis mit der aufgestellten Reifegradlogik aus Kapitel 3.2.4 aber verzerrt werden.

Tabelle 12: Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse des Light-Assessments

Assessmentgebiet	Level	Prozent
Organisation	Level 1	XY%
Organisation	Level 2	XY%
Organisation	Level 3	XY%
System	Level 1	XY%
System	Level 2	XY%
System	Level 3	XY%
Personen	Level 1	XY%
Personen	Level 2	XY%
Personen	Level 3	XY%
Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte	Level 1	XY%
Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte	Level 2	XY%
Prozesse, Methoden, Tools, Artefakte	Level 3	XY%

5.5 Ableiten spezifischer Handlungsmaßnahmen

In dem folgenden Unterkapitel wird dem Benutzer erklärt, wie das Unternehmen spezifische Handlungsmaßnahmen ableiten kann. Prinzipiell ist SE eine Strategie, die gesamtheitlich von allen Beteiligten im Unternehmen umgesetzt werden sollte, um funktionieren zu können. Je klarer und präziser eine Strategie formuliert ist, umso ausgeprägter wird diese in den Denk- und Arbeitsweisen bei den Mitarbeitern verankert (Kühl 2016, S. 43). Zu einer Strategieentwicklung gehört neben einer sauberen IST-Analyse über die Stärken und Schwächen der Organisation und einer Konzeptentwicklung auch das Ableiten von Strategiemeasures dazu. Sie dienen dazu, die Strategie wie gewünscht durchführen zu können. Folgende generische Schritte zeigen, wie aus dem Assessmentergebnis Handlungsmaßnahmen abgeleitet und in die Strategie integriert werden können:

1. Das Unternehmen sollte sich im Klaren sein, welcher Zweck mit SE erreicht werden soll, wie viel SE in der Organisation angewendet werden soll und welche SE-Level (Reife) für das Unternehmen ausreichend sind.
2. Das Unternehmen sollte bewerten, in welchen Assessmentgebieten es sich verbessern will.
3. Das Unternehmen sollte alle mit „Nein (falsch)“ beantworteten Fragen analysieren.
4. Das Unternehmen sollte die Relevanz der mit „Nein (falsch)“ beantworteten Fragen einschätzen und über eine Umsetzung beraten. Hierbei helfen die Begründungen/Zusatzinformationen der Assessmentfragen, den Entscheidungsprozess zu unterstützen.
5. Das Unternehmen sollte sich konkrete Maßnahmen überlegen, wie die Schwächen (mit „Nein (falsch)“ beantworteten Fragen) behoben werden können und wie sich die Maßnahmen in die Gesamtstrategie integrieren lassen.
6. Zuletzt sollte das Unternehmen eine Roadmap mit den Maßnahmen entwickeln, diese in einen zeitlichen Kontext mit Meilensteinen setzen und konkrete Umsetzungsverantwortlichkeiten zuweisen.

Folgendes Beispiel illustriert einen konkreten Umsetzungsvorschlag. Anhand der oben gezeigten generischen Vorgehensweise kann das Unternehmen wie folgt vorgehen:

Das Unternehmen Technology AG hat sich auf die Herstellung medizinischer Systeme für Operationstechniken spezialisiert. Die Vision ist es, SE unternehmensweit zu etablieren und sich darin kontinuierlich bis zur höchsten Reifestufe (SE-Level 3) in allen Assessmentgebieten zu verbessern (Zweck ist bereits definiert).

Das Unternehmen hat, wie in Tabelle 13 zu sehen ist, eine Assessmentfrage mit „Nein (falsch)“ beantwortet. Die Beschreibung/Begründung versucht, die Relevanz der Frage zu beschreiben, um den Sinn und Zweck der Frage besser verstehen zu können. Das Unternehmen sieht in diesem Fall die Frage als relevant an, da es sich in allen Assessmentgebieten verbessern will und Systems Engineers als Leader im Unternehmen ansieht. Anschließend hat das Unternehmen folgende Umsetzungsmaßnahmen beschlossen:

- ▶ Das Unternehmen will in den nächsten 3 Jahren in jedem Entwicklungsprojekt einem Systems Engineer die alleinige technische Verantwortung übergeben und ein aktiver Stellenausbau wird angestrebt.
- ▶ Das Unternehmen sieht in den zu entwickelnden AKV-Beschreibungen (Aufgaben, Kompetenzen, Verantwortung) für die Systems-Engineer-Stellen strategische Beratungsrunden mit der oberen Führungskräfteebene vor.
- ▶ Das Unternehmen sucht gezielt über eine Personalvermittlungsfirma nach Personen, die Kompetenzen im Systems-Engineering-Bereich und Führungskompetenzen mitbringen.

Alle drei Maßnahmen sollen innerhalb eines Zeithorizontes von 3 Jahren von einer extra eingeführten SE Process Group im Unternehmen umgesetzt werden.

Tabelle 13: Beispiel einer mit „Nein (falsch)“ beantworteten Assessmentfrage als Basis für die Ableitung von Handlungsmaßnahmen

Assessmentfrage	Beschreibung/Begründung	Assessmentgebiet und SE-Level
<p>Hat der Systems Engineer Einfluss auf die Unternehmensstrategie und berät die obere Führungskräfteebene strategisch?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nein</p>	<p>SE beinhaltet mehrere Managementaktivitäten und die Entscheidungen des Systems Engineers haben maßgeblich Einfluss auf das Business des Unternehmens. Aus diesem Grund sollte dieser in engem Austausch mit der Geschäftsführung stehen. Dieser Punkt gehört nicht mehr zu den absoluten Grundlagen, sondern spiegelt fortgeschrittene SE-Aktivitäten im Unternehmen aus den folgenden zwei Gründen wider:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Der Sinn und Zweck von SE wurde bereits verstanden, sodass SE im gesamten Unternehmen inkl. Entscheidungen angewendet werden kann. 2. Systemverantwortliche Rollen wurden geschaffen. 	<p>Organisation SE-Level 2</p>

Abkürzungsverzeichnis

CMMI	Capability Maturity Model Integration
INCOSE	International Council on Systems Engineering
R+S	Rücker + Schindele
SE	Systems Engineering
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Titelseite, INV000537, © kalafoto - Fotolia.com	1
Abbildung 2: Entwicklungsprozess der Reifegradanalyse	7
Abbildung 3: Modell der Reifegradanalyse	8
Abbildung 4: Zusammenhang zwischen Zielbeschreibungen und Assessmentfragen.....	10
Abbildung 5: Zusammenhang der Assessmentgebiete, Fragen und SE-Levels	14
Abbildung 6: Auszug einer Frage mit darauffolgender Begründung/Beschreibung	21
Abbildung 7: Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse des Full-Assessments	22

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Assessmentgebiete der Systems Engineering Reifegradanalyse.....	9
Tabelle 2: Abgrenzung zwischen Fähigkeits- und Reifegraden	11
Tabelle 3: Definition und Beschreibung der generischen SE-Level.....	12
Tabelle 4: Erläuterungen der ambivalenten Wörter, abgeleitet aus der Bewertungsskala der ISO/IEC 33020	13
Tabelle 5: Beispiel bezüglich der Einordnung der Zielbeschreibungen/Fragen in die SE-Level	15
Tabelle 6: Bewertungsskala abgeleitet von der ISO/IEC 33020	16
Tabelle 7: Bewertungsskala prozentual nach der ISO/IEC 33020	17
Tabelle 8: Beispielhafte Auswertung der Systems Engineering Reifegradanalyse.....	17
Tabelle 9: Reifegradmodell abgeleitet von der ISO/IEC 33020.....	18
Tabelle 10: Unterstützungsfragen bei der Auswahl der Assessmentform.....	20
Tabelle 11: Verwandte Assessmentfragen in unterschiedlichen SE-Level	22
Tabelle 12: Beispielhafte Darstellung der Ergebnisse des Light-Assessments	23
Tabelle 13: Beispiel einer mit „ Nein (falsch) “ beantworteten Assessmentfrage als Basis für die Ableitung von Handlungsmaßnahmen	24

Literaturverzeichnis

Automotive SPICE: 2017 3.1, 01.11.2017: Automotive SPICE Process Assessment / Reference Model.

CMMI® für Entwicklung 1.3, 2011: CMMI® für Entwicklung. Online verfügbar unter https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/whitepaper/2011_019_001_28795.pdf.

Eisend, Martin; Kuß, Alfred (2021): Grundlagen empirischer Forschung. Zur Methodologie in der Betriebswirtschaftslehre. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (Springer eBook Collection).

Haberfellner, Reinhard; Weck, Olivier L. de; Fricke, Ernst; Vössner, Siegfried (2019): Systems engineering. Fundamentals and applications. Cham, Switzerland: Birkhäuser. Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=5920010>.

INCOSE (2015): INCOSE Systems Engineering Handbook. A Guide for System Life Cycle Processes and Activities. 4th ed. New York: Wiley. Online verfügbar unter <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=4040424>.

ISO/IEC 33020:2019, 2019-11: ISO/IEC 33020:2019, zuletzt geprüft am 10.01.2022.

Kühl, Stefan (2016): Strategien entwickeln. Eine kurze organisationstheoretisch informierte Handreichung. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. Online verfügbar unter http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/2137514.

DIN EN 45020:2007, 2007-03-00: Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten - Allgemeine Begriffe (ISO/IEC Guide 2:2004); Dreisprachige Fassung EN 45020:2006, zuletzt geprüft am 09.01.2022.

Richter, Caroline; Mojescik, Katharina (Hg.) (2021): Qualitative Sekundäranalysen. Daten der Sozialforschung aufbereiten und nachnutzen. Wiesbaden: Springer (Research). Online verfügbar unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6480801>.