

Studienarbeit

“Praktiken der systemischen Entwicklung eines Unternehmens auf einem Beispiel aus Automobilindustrie”

für die Abschlussprüfung zum Certified Systems Engineer (GfSE) Ebene A

Juni, 2024

Vorgelegt von
Alexander Efremov
Frühlingstraße 6
90522 Oberasbach
Deutschland

Oberasbach
05. Juni 2024

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis.....	1
1.	Vorwort.....	3
1.1	Methodische Hinweise.....	3
1.2	Struktur der Studienarbeit.....	5
1.3	Inhalte der Studienarbeit.....	7
2	Green Field vs. Brown Field: Neue Tätigkeit, neues Objekt und Konzepterstellung.....	9
2.1	Projektsituation: Brownfield oder Greenfield.....	9
2.2	Theorie: Inhalte des Info-Foliensatzes.....	10
2.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	12
3	Schaffung der Projektrahmen mit Betriebskonzept.....	14
3.1	Theorie: Lebenszykluskonzepte.....	14
3.2	Projektsituation: das Betriebskonzept.....	14
3.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	19
4	Zielgerichtete Veränderung des Verhaltens von Mitarbeitern.....	21
4.1	Projektsituation: ein führender Ingenieur, der nicht führen konnte.....	21
4.2	Theorie: Radical collaboration und unbewusstes Abwehrverhalten.....	22
4.3	Projektsituation: Veränderung des Verhaltens.....	24
4.4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	25
5	Cynefin Framework, Tätigkeiten der Ingenieure, Best Practices and Good Practices.....	26
5.1	Komplexität, Cynefin Framework und adäquate Practices.....	26
5.2	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	34
6	Erhebung der Stakeholder-Anforderungen im unbekanntem Umfeld – Bekanntmachung mit MBSE.....	36
6.1	Projektsituation: neues Lenkrad und PowerPoint-Architekturblockschaltbilder.....	36
6.2	Projektsituation: Bekanntmachung mit MBSE mit neutralem IT-Werkzeug.....	37
6.3	Theorie: Bedarfe, Anforderungen, OMG Essence und SEMAT Kernel.....	38
6.4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	44
7	Bottom-Up-Transformationsinitiativen.....	46
7.1	Projektsituation: Prozessbeschreibungen und Vorschriften von oben.....	46

7.2	Theorie: Bottom-Up-Transformation bei BMW, eine Fallstudie.....	47
7.3	Projektsituation: Ein Versuch, den Entwicklern die Initiative zurückzugeben	48
7.4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	49
8	Top-Down-Transformationsprojekt.....	51
8.1	Projektsituation: Stilllegung einer Datenbank und Migration der Daten	51
8.2	Projektsituation: das Team, das Lebenszyklusmodell und die Vorgehensweise	52
8.3	Theorie: Spiral-Modell von Barry Boehm, Business Objects Reference Ontology, GOST 34	55
8.4	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	58
9	Kulturveränderung im Unternehmen	59
9.1	Projektsituation: Angst, Initiative, Blamage und Enttäuschung	59
9.2	Theorie: Ein Framework für Veränderung der Kultur	60
9.3	Theorie: Änderung des beruflich-sozialen Kontextes - Kulturänderung	62
9.4	Projektsituation: durch das Framework gesehen	64
9.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	65
10	Prozessvorlage für Entwicklung eines Ingenieurunternehmens.....	67
10.1	Problemstellung: was ist besser - ASPICE oder ISO 15288?.....	67
10.2	Projektgeschichte: ASPICE als Vorlage für Unternehmensentwicklung	68
10.3	Theorie: Systemdenken und Zweck der Normen ASPICE v. 4 und ISO 15288	69
10.4	Projektgeschichte: ISO 15288 als Vorlage für Unternehmensentwicklung	72
10.5	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	73
11	Literaturverzeichnis	74

1. Vorwort

1.1 Methodische Hinweise

Systems Engineering (oder „Systemtechnik“) entstand nach dem Zweiten Weltkrieg als Folge der zunehmenden Komplexität des technischen Entwurfsprozesses und der Notwendigkeit seiner rationalen und wissenschaftlichen Organisation. In den vielen Definitionen des Systems Engineering lässt sich eine Gemeinsamkeit erkennen. Systems Engineering ist:

- Ein Tätigkeitsfeld, das darauf abzielt, den Prozess der Erstellung, Nutzung und Entwicklung komplexer Ingenieursysteme zu organisieren, und die Integration von Teilen des Systems zu einem einzigen Ganzen sicherzustellen
- Ein Wissensgebiet, eine komplexe wissenschaftliche und technische Disziplin
- Eine spezifische methodische Position, verbunden mit ganzheitlicher Betrachtung des Ingenieursystems, des Prozesses seiner Forschung, Gestaltung, Erstellung und Entwicklung¹. (Горюхов, 1982)

Systems Engineering hat einige Besonderheiten. Im Gegenteil zu klassischen technischen Disziplinen (z.B. Radiotechnik oder Elektrotechnik) konzentriert sich Systems Engineering nicht eine naturwissenschaftliche Grundlagendisziplin als Modell für die Durchführung wissenschaftlicher Forschung. Für Lösung komplexer Herausforderungen nutzt Systems Engineering unterschiedliche Grundlagendisziplinen, Theorien, Kenntnisse und Methoden, nicht nur eigene Grundlagentheorie². (Горюхов, 1982)

Als Objekt des Systems Engineering kann sowohl ein Produkt als auch eine Dienstleistung als auch eine Unternehmung (und ihre Anteile). Manchmal werden auch Gesundheitssysteme in dieser Liste betrachtet. (Lawson & Adcock, 2023)

In dieser Arbeit beschreibt der Autor seine Erfahrung der Anwendung von Systems Engineering an einen Anteil von einer Unternehmung – an die Fahrwerk-Hauptabteilung eines deutschen Automobilzulieferers.

Im Sinne der Disziplin nutze der Autor im Rahmen seines Projektes unterschiedliche nicht zu der Disziplin gehörende Methoden und Kenntnisse, um ein komplexes Problem zu lösen.

¹ Die Liste und der Absatz vor der Liste ist ein sinngemäßes Zitat aus dem Buch „Methodologische Analyse der Systemtechnik“ („Методологический анализ системотехники“), Kapitel 1 „Status der Systemtechnik in moderner Wissenschaft und Technik“.

² Der Absatz ist vom Kapitel 1 des Buches „Methodologische Analyse der Systemtechnik“ („Методологический анализ системотехники“), inspiriert.

Um die Studienarbeit zu kategorisieren, nutzen wir das Paper „Requirements Engineering Paper Classification“ (Wieringa, 2006). Wir erweitern das ursprüngliche Anwendungsfeld des Papers auf Systems Engineering als Ganze: sowohl mehrere Referenzen als auch Inhalte des Papers verweisen auf die Möglichkeit dieser Aktion. Die Studienarbeit passt zu zwei Kategorien:

- Mitteilung eigener Erfahrung („personal experience paper“), weil der Autor eigene Projekterfahrung beschreibt und darauf reflektiert.
- Validierungsforschung („validation research“), weil im Rahmen seines Projektes der Autor existierende Methoden in einem für sie neuen Umfeld erprobt und Ergebnisse dieser Erprobung mitteilt.

Das ist die Neuheit der Arbeit: die Methoden sind bekannt, sie werden aber in einem für sie neuen Umfeld verwendet.

Die Studienarbeit kann man nicht als wissenschaftliche Arbeit im ernstesten Sinne dieses Begriffes betrachten. Der Autor nutzte verschiedene Literaturquellen, versuchte aber nicht, zielgerichtet nach Quellen und Meinungen zu suchen, die seine Schlussfolgerungen widerlegen. Wenn er solche Meinungen entdeckte, dann erwähnte er sie. Allerdings der Fakt, dass nach solchen Meinungen nicht gesucht wurde, erlaubt dem Autor nicht, die Arbeit als wissenschaftliche Veröffentlichung einzustufen.

Im Rahmen eines zweijährigen Projektes für Transformation der Hauptabteilung nutzte der Autor unterschiedliche gut beschriebene Theorien, Kenntnisse und Methoden. Einige davon sind gut in Systems Engineering der technischen Systeme bekannt:

- Erstellung der Lebenszykluskonzepte, vor allem des Betriebskonzeptes (Guide to the Preparation of Operational Concept Documents, 2012),
- Tradeoff-Analysen (Cilli & Parnell, 2014), (Mavris, Griendling, & Dickerson, 2013),
- Unterschied zwischen Stakeholder-Bedarfen und System-Anforderungen (Dick, Hull, & Jackson, Requirements engineering in the problem domain, 2017), (Dick, Hull, & Jackson, Requirements Engineering in the Solution Domain, 2017).

Einige Methoden stammen aus anderen Bereichen, wurden aber im Systems-Engineering-Umfeld verwendet und auf Fachkonferenzen präsentiert, sind aber wenig bekannt:

- Übergang von Brownfield- zu Greenfield-Development (Axehill, 2021)

Andere sind auch gut beschrieben und erprobt, aber wenig in Systems Engineering bekannt:

- Radical Collaboration (Tamm & Luyet, 2023),

- Cynefin Framework (Snowden & Boone, 2007),
- dreieiniges Gehirn (MacLean, 1990),
- Business Object Reference Ontology (Partridge, Business objects. Re-Engineering for re-use. 2nd Edition, 2005)
- SEMAT Kernel und OMG Essence (Jacobson, McMahon, & Lidman, 2012)

Wie Erik Herzog in seinem Vortrag zum Paper „Genesis – an Architectural Pattern for Federated PLM“³ (Herzog, Larsson, & Tingström, 2022) sagt, arbeite sein Arbeitgeber (SAAB Aeronautics) viel besser mit Produktarchitektur als mit der Architektur des Unternehmens. Die Unternehmensarchitektur entsteht von sich selbst („emerges“). Das sei eine Herausforderung zu überwinden, und das Paper ist auch einem Projekt gewidmet, das mit Unternehmensarchitektur sich beschäftigt.

Der Autor dieser Studienarbeit sieht die Herausforderung in dem betrachteten Unternehmen ähnlich. Im Fall von SAAB Aeronautics ist es vermutlich wichtiger, auf Unterstützungssysteme zu achten (weil in einem Produktentwicklungszyklus - dutzend Jahre - mehrere Zyklen von Unterstützungssystemen durchlaufen; in Automobilindustrie sind das 1-3 Jahre für Produktzyklus). Die Erfahrung des Autors zeigt, dass auch Unternehmen der Automobilindustrie die unterstützenden Systeme klar identifizieren und damit umgehen müssen.

In der Studienarbeit verwendet der Autor bekannte Benennungen und Begriffe. Als Nachschlagwerke dafür dienen Systems Engineering Body of Knowledge (Hutchinson, 2023), INCOSE Systems Engineering Handbook v. 4 (Walden, INCOSE systems engineering handbook: a guide for system life cycle processes and activities, 2015) und seine deutsche Version (Walden, INCOSE Systems Engineering Handbuch: ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und -Aktivitäten, 2017). In den Fällen, in denen es angemessen erschien, verwendete der Autor Terminologie aus der Broschüre „Einführung in die Konstruktionswissenschaft“ (Dietrych & Rugenstein, 1982).

Im Allgemeinen betrachtet der Autor dieses Werk als eine originelle und genaue Beschreibung seiner eigenen Erfahrungen, die für Praktiker im Bereich der Entwicklung von Ingenieurunternehmen nützlich ist.

1.2 Struktur der Studienarbeit

Wenn man die Arbeit von Anfang bis zum Ende liest, entfaltet sich das Projekt vor dem Leser genauso, wie es vor dem Autor sich entfaltet hatte. In dem Sinne sind die Kapitel in ihrer kausalen Reihenfolge beschrieben.

³ Aufnahme des Vortrages ist für INCOSE Mitglieder über die Bibliothek (<https://www.incose.org/incose-content-library>) der Publikationen verfügbar.

Um die Wahrnehmung der Studienarbeit zu erleichtern, findet der Leser das Konzeptschema des beschriebenen Projektes unten (Abbildung 1).

Allerdings versucht der Autor in jedem einzelnen Kapitel eine Praktik zu beschreiben. Das heißt, jedes Kapitel ist allein für Lösung eines Aspektes eines konkreten Problems nützlich (Jacobson, Ng, & Spence, 2007), man kann einzelnes Kapitel unabhängig von anderen verstehen und die Inhalte in eigenem Kontext ausprobieren.

Die meisten Kapitel sind so strukturiert:

- Allgemeine Problemstellung als Einführung
- Projektsituation: was konkret in dem Projekt passierte, so das Problem klar wurde
- Theorie: welche Kenntnisse und Methoden halfen dem Autor das Problem zu beseitigen
- Projektsituation: Anwendung der Theorie – wie haben diese Kenntnisse und Methoden dem Autor geholfen
- Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

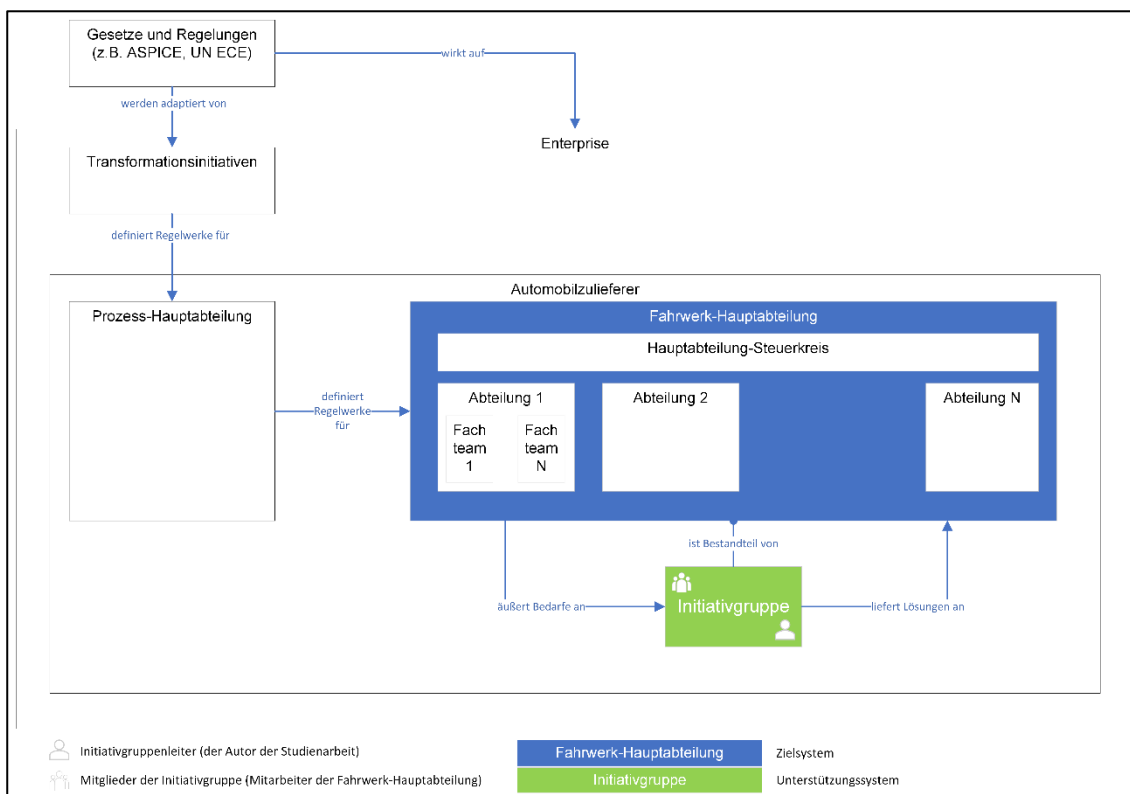


Abbildung 1. Das Konzeptschema des in der Studienarbeit beschriebenen Projektes.

1.3 Inhalte der Studienarbeit

Kapitel 2 Green Field vs. Brown Field: Neue Tätigkeit, neues Objekt und Konzepterstellung adressiert die Problematik der Neuigkeit eines Produktes für eine Mannschaft. Wenn eine Mannschaft kleine Änderungen eines Produktes entwickeln kann (Brownfield Development), bedeutet es nicht, dass sie fähig ist, große Änderungen (Greenfield Development) zu entwickeln. Der Autor beschreibt diesen Unterschied auf dem Beispiel der Konzepterstellung (eine Tätigkeit, die nur im Greenfield nützlich ist) und erzählt, was er tun musste, um der Mannschaft Konzepterstellung beizubringen.

Kapitel 3 Schaffung der Projektrahmen mit Betriebskonzept ist der Erstellung des Betriebskonzeptes gewidmet. Die Initiativgruppe traf sich vor Ort und arbeitete 6 Stunden an der Erstellung des Betriebskonzeptes, um Projektrahmen zu definieren. Hier ist die Praktik der Konzepterstellung und Nutzung dieses Dokumentes während des Unternehmenstransformation beschrieben.

Im Kapitel 4 Zielgerichtete Veränderung des Verhaltens von Mitarbeitern beschreibt der Autor seine Erfahrung mit Verhaltensanpassung der Initiativgruppenmitglieder. Alle Initiativgruppenmitglieder mussten führen können: sie sollten sowohl für andere Hauptabteilungsmitarbeiter als Vorbild agieren, als auch mit ihnen als führende Kollegen arbeiten. Nicht alle konnten das. Die im Kapitel beschriebene Praktik half dem Autor das Verhalten einiger Initiativgruppenmitglieder anzupassen.

Kapitel 5 Cynefin Framework, Tätigkeiten der Ingenieure, Best Practices and Good Practices adressiert das Problem der Komplexität von Ingenieurertätigkeiten. Häufig versteht man unter dem Wort „Prozess“ eine Schritt-für-Schritt-Beschreibung einer Tätigkeit. Dann versucht man damit jede Tätigkeit – auch so eine Komplexe wie Ingenieurertätigkeit – zu beschreiben. In diesem Kapitel stellen wir fest, dass Ingenieurertätigkeit eine komplexe Tätigkeit ist und dass Schritt-für-Schritt-Beschreibung dafür nicht geeignet ist. Wir schlagen eine Alternative der Schritt-für-Schritt-Beschreibung vor.

Kapitel 6 Erhebung der Stakeholder-Anforderungen im unbekanntem Umfeld – Bekanntmachung mit MBSE beschäftigt sich mit dem Problem der Erhebung von Stakeholder-Bedarfen. Wie kann man Bedarfe von Menschen erheben, wenn ihnen keine möglichen Lösungen bekannt sind, wenn für sie das Problemfeld etwas Unbekanntes ist? Wie kann man ihnen das Problemfeld so vorstellen, dass sie das demonstrierte Beispiel nicht als die beste Lösung für sich auswählen? Diese Fragen beantwortet das Kapitel.

Kapitel 7 Bottom-Up-Transformationsinitiativen ist ein weiterer Schritt nach dem Kapitel 6 (es ist aber unabhängig wahrnehmbar). Ingenieure sollen eine bestimmte Freiheit in der Wahl der Methoden haben – auch weil ihre Tätigkeit komplex ist, und es gibt keine „Best Practices“, nur „Good Practices“ (was wir im

Kapitel 5 feststellen). Wie kann man den Ingenieuren diese Freiheit geben, und gleichzeitig ihre Zusammenarbeit mit anderen Interessensgruppen gewährleisten? Das Kapitel beantwortet diese Frage auf dem Beispiel eines MBSE-Werkzeugs.

Einige Initiativen kann man nicht „von unten“ ausführen. Vor allem wenn die Herausforderung mehrere getrennte Bereiche (z.B. organisatorische Einheiten) beeinflussen. Dafür muss man zentral die Initiative steuern. Ein Beispiel solcher Initiative ist im Kapitel 8 Top-Down-Transformationsprojekt vorgestellt. Wie gewinnt man das Vertrauen, um große abteilungsübergreifende Projekte zu initiieren? Welches Lebenszyklusmodell braucht man dafür? Wie versteht man, was in einer alten IT-Datenbank liegt? Diese Fragen sind im Kapitel beantwortet.

Kapitel 9 Kulturveränderung im Unternehmen entwickelt die Idee des Kapitels 4 und hilft nicht nur das Verhalten einzelnen Mitarbeiters zu verändern, sondern die Kultur im Unternehmen – das Verhalten mehrerer Mitarbeiter, und auch diese Änderung institutionalisieren.

Im Kapitel 10 Prozessvorlage für Entwicklung eines Ingenieurunternehmens klären wir die Frage, wofür ASPICE und wofür ISO 15288 geeignet sind. In dem beschriebenen Unternehmen waren viele Initiativen nach ASPICE organisiert, sogar die Initiativgruppe erbt ASPICE-Prozessmodellstrukturierung. Das ASPICE-Prozessmodell (formell „Prozessreferenzmodell“ genannt) und die darauf basierten Zielsetzungen waren oft für Mitarbeiter der Hauptabteilung unklar. Im Kapitel klären wir, warum es so ist, und schlagen eine Lösung vor.

2 Green Field vs. Brown Field: Neue Tätigkeit, neues Objekt und Konzepterstellung

Das Projekt fing mit einigen Schlüsselwörtern und nicht ganz deutlicher Leistungsbeschreibung an. ASPICE, Systems-Engineering-Transformationsprogramm, UN ECE, noch einige unternehmensspezifische Abkürzungen. Der organisatorische Rahmen war ungefähr klar: es wäre entweder eine Hauptabteilung „Fahrwerk“ oder eine Abteilung innerhalb dieser Hauptabteilung. Der prozessuale, der technologische Rahmen waren noch weniger klar („Entwicklungsprozesse und die meisten ASPICE-Prozesse“⁴). Am wenigsten klar war der Kontext der Arbeit.

Der erste Gedanke war es, mit der Gruppe der Mitarbeiter der Abteilung (in dieser Studienarbeit als „Initiativgruppe“ benannt) das Vorgehens- und Betriebskonzept zu schaffen. Ist aber die Initiativgruppe bereit, die Konzepte zu besprechen? Ist den Mitarbeitern Sinn und Zweck von Konzepterstellung bekannt? Laut dem Auftraggeber des Autors und Autors Erfahrung mit dem Unternehmen sind die Mitarbeiter sehr konkret, was bedeutete, sie besprechen gerne Themen im Lösungsbereich und nicht im Problembereich.

Also, den ganzen Tag der Diskussion dem Kontext und den Zielen der gemeinsamen Arbeit zu widmen wäre eine riskante Idee. Es wäre aber für den Erfolg der Initiative notwendig. Wie bereitet man das Personal zu so einer Diskussion vor?

2.1 Projektsituation: Brownfield oder Greenfield

Der Autor ging davon aus, dass die Initiativgruppe regelmäßig in ihrem beruflichen Leben sich mit Konzepterstellung beschäftigt. Das Neue wäre dann nicht die Konzepterstellung an sich, sondern der Typ des Objektes (oder – des Zielsystems). Die Annahme war es, dass die Mitarbeiter der Initiativgruppe öfter mit Konzepterstellung für das Produkt und seine Teile sich beschäftigen, machten das aber selten oder nie für ein Unternehmen oder einen Teil davon.

Noch eine Vermutung war es, dass die Initiativgruppe nicht täglich mit Konzepterstellung sich beschäftigt. Die meisten letzten Fahrzeugmodelle waren die so genannten Derivate. In solchen Projekten steht die Architektur schon fest, bestimmte kleine Neuigkeiten werden weiterentwickelt. Für solche Projekte (auch „Brownfield Development“ genannt (Axehill, 2021)) sei es nicht nötig nicht nur

⁴ Innerhalb der Hauptabteilung und – breiter – der ganzen Unternehmung nutzte man häufig die Benennungen aus ASPICE Referenzprozessmodell, um prozessuale Rahmen der Transformation zu bezeichnen. Das führte oft zu Verwirrungen bei Mitarbeitern der Hauptabteilung. Mehr dazu siehe im Kapitel 10.

Konzepte zu erstellen, sondern auch sich mit Architekturgestaltung zu beschäftigen.

Aus diesen zwei Gründen entschied der Autor nur einen kurzen (5 Seiten) grafischen Abhänger der Initiativgruppe zur Verfügung zu stellen. Dieser Info-Foliensatz war mit 4 INCOSE Papers mit bestimmten Fallstudien begleitet, die die Notwendigkeit der Konzepterstellung in bestimmten Situationen betonten. Für weitere Vertiefung schlug der Autor der Initiativgruppe vor, eine ANSI-Norm (Guide to the Preparation of Operational Concept Documents, 2012) zu lesen. Die Vermutung war es, dass der 5-seitige Foliensatz ausreichend ist: die Mitarbeiter können die Kernunterschiede zu ihrer täglichen Arbeit entdecken, sie abstrahieren und an den neuen Objekttyp anwenden.

Während des Workshops, das nur der Konzepterstellung gewidmet war, wurde es klar, dass eine tiefere Bekanntmachung notwendig ist. Diese Bekanntmachung hat der Autor auch durchgeführt. Der Fakt, dass die Teilnehmer die Unterlagen im Voraus bekamen, half dem Autor, die Tagesordnung vor Ort anzupassen.

2.2 Theorie: Inhalte des Info-Foliensatzes

Der Info-Foliensatz beantwortete folgende Fragen:

- Was sind Betriebs- und Vorgehenskonzepte, wofür sind sie da?
- Warum ist das Betriebskonzept für die Initiativgruppe relevant?
- Welche Nachweise der Machbarkeit gibt es?
- Wie erstellt man Betriebskonzepte?

Um die Erste Frage zu beantworten, nutzte der Autor die Definitionen aus ISO 29148 (ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2011)⁵.

Zusammengefasst, Vorgehenskonzepte seien laut der Norm Beschreibungen auf der Organisationsebene, wie eine Organisation aus Sicht der Geschäftsführung agiert. Dabei werden ein oder mehrere Systeme als „Black-Box“ beschrieben, um die lang- und mittelfristigen Ziele der Organisation zu vermitteln.

Das Betriebskonzept eines Systems beschreibt, was das System leisten soll (und nicht wie es das tun soll) und warum (Begründung). Das Betriebskonzeptdokument richtet sich an den Nutzer und erhält Informationen darüber, welche Charakteristiken das System aus Perspektive des Nutzers ausweist.

Auf der zweiten Folie stellte der Autor das Konzept des Lebenszyklus vor und demonstrierte mit zwei kumulativen „Hump“ Diagramme ((Lawson H. W., 2010),

⁵ Mit Blick auf die Zukunft stellen wir fest, dass die Erklärung zweier unterschiedlicher Begriffe nicht die beste Lösung für diesen Kontext war. Mehr dazu im Abschnitt 2.3.

Seite 140) den Projektaufwand für bekannte und neue Projekte und Systeme (Abbildung 2). Das Ziel der Folie war es, zwei Nachrichten zu kommunizieren:

- wenn ein Projekt oder ein in diesem Projekt entwickeltes System neu für das Team ist, dann muss man Zeit der Konzepterstellung widmen;
- das Projekt und das System sind für die Initiativgruppe neu, deswegen müssen wir gemeinsam ein Konzept erstellen.

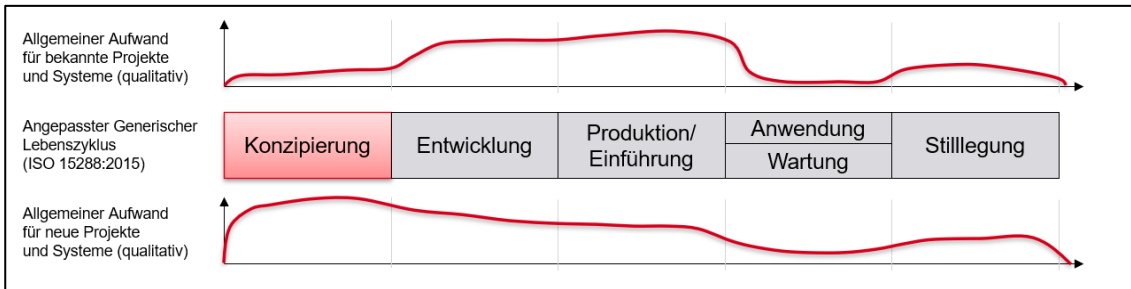



Abbildung 2. Kumulative Hump Diagramme.


Auf der dritten Folie fasste der Autor die Fallstudien aus INCOSE-Papers zusammen, die Nachweise der Machbarkeit darstellen sollten. Die Beispiele kamen aus verschiedenen Industrien (Solli & Muller, 2016), (Zhao, Sjöberg, Leifer, & Dersten, 2016), (Kapurch, 2010), (Turner, Mididaddi, & Hoehne, 2016).

Nachweise der Machbarkeit




Aker Solutions ASA
Anwendung des Betriebskonzepts für Erhebung der Systembedarfe ab Beginn der Systemdefinitionsphase kann das Verständnis des Konzepts bei den Beteiligten verbessern und Bedenken frühzeitig in der Entwicklung hervorheben.

Solli, R. and Muller, D. (2016). Evaluation of Illustrative ConOps and Decision Matrix as tools in concept selection. INCOSE International Symposium, 26, 2301-2315.



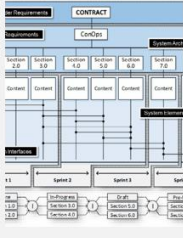
NASA
Der Systemingenieur spielt in der Regel die Schlüsselrolle bei der Entwicklung des Betriebskonzepts (ConOps) und der daraus resultierenden Systemarchitektur, der Festlegung von Grenzen, der Definition und Zuordnung von Anforderungen, der Bewertung von Designkompromissen (...)

NASA Systems Engineering Handbook, NASA/SP-2007-4-103 Rev1



Volvo CE
Die Informationen [im Betriebskonzept] ermöglichen es dem Projektteam, ein gemeinsames Verständnis der Problemomäne zu erlangen und das Ziel nie aus den Augen zu verlieren, während die Anforderungen und dann die Systeme validiert werden.

Zhao, Y.Y., Solberg, P., Leifer, L.J. and Dersten, S. (2016). Reinvigorating the ConOps for Innovative Systems Development. INCOSE International Symposium, 26, 1359-1369.



Power Control System
Die Anwendung der im Papier beschriebenen PM- und SE-Prozesse führte dazu, dass das Projekt pünktlich und innerhalb des Budgets geliefert wurde und die Erwartungen des Kunden erfüllte.

Turner, E., Mididaddi, V. and Hoehne, G. (2016). The Value of Systems Engineering in Project Management: Case Study: Developing a Power Control System. INCOSE International Symposium, 26, 1719-1730.

Abbildung 3. Nachweise der Machbarkeit.

Auf der vierten Folie stellte der Autor Grundprinzipien der Arbeit mit dem Konzept und dessen Inhalte vor. (Anpassung von Empfehlungen aus (Guide to the Preparation of Operational Concept Documents, 2012) an die Realität des Projektes)

Die Kernprinzipien waren:

- regelmäßige Aktualisierung während der Workshops (Betriebskonzept muss mit dem Produkt „leben“ und Vorstellung des Teams widerspiegeln)
- Betriebskonzept treibt Verteilung der Arbeit im Team
- Mögliche Lösungen sollen basierend auf dem Konzept bewertet werden

Die Inhalte waren:

- Rahmendefinition:
 - Das Problem, das das entwickelte System lösen soll
 - Die Mission, dass das entwickelte System erfüllen soll, um das Problem zu lösen; mit messbaren Erfolgskriterien
 - Fähigkeiten, die das System besitzen soll, um die Mission zu erfüllen
- Kontext des entwickelten Systems
 - mindestens - physikalischer, funktioneller, organisatorischer
- Nützliche Betriebsszenarien
 - wer und wie das entwickelte System anwenden wird
- Baublöcke
 - Ein Strukturplan: aus welchen Objekttypen soll das System bestehen, um die Szenarien zu verwirklichen, dem Kontext zu passen und der Rahmendefinition zu stimmen

Zu guter Letzt, stellte der Autor konkrete Vorlagen vor, die die Initiativgruppe während des Workshops befüllen sollte. Dazu gehörten auch Beispiele der Befüllung dieser Vorlagen. Für Rahmendefinition – kurze und deutliche Sätze, pro maximal 3 Sätze für jeden Hauptpunkt. Für Kontext des Systems – Kontextdiagramme. Für nützliche Betriebsszenarien – Use Case Diagramme.

2.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Es ist wichtig, zwischen Brownfield Development and Greenfield Development zu unterscheiden. Im ersten Fall steht die Architektur des Systems fest. Es gibt keinen Bedarf der Konzepterstellung. Bestimmte Fähigkeiten im Projektteam (z.B. weniger im Problembereich „nachdenken“ und mehr im Lösungsbereich arbeiten) und bei Führungskräften (Stichtage sind fest und wichtig, weniger Bedarf der technischen Fachlichkeit, mehr Bedarf von Soft Skills und Mentoring) sind notwendig. Im Fall des Greenfield Development sind die Konzepterstellung und Architekturgestaltung wichtig, entsprechende Fähigkeiten vom Projektteam sind notwendig, mehr technische Fachlichkeit von Führungskräften ist notwendig. Weitere Unterschiede sind im Artikel (Axehill, 2021) beschrieben.
2. Die Neuartigkeit des Systems ist nicht nur objektive Sache (z.B. entweder ist die Architektur des Systems beschrieben oder nicht). Es gibt auch

einen subjektiven Aspekt: auch wenn die Architektur des Systems feststeht und gut beschrieben ist, kann das System für das Projektteam unbekannt sein. Diese Situation muss das Projektteam auch als Greenfield Development wahrnehmen und die feststehende Architektur erst verstehen (oder, anders formuliert, rückwärtsentwickeln). In dem Fall ist es wichtig, dass das Team die Konzepterstellung und Architekturgestaltung durchgeht und damit das existierende System kennenlernt. Es ist nicht genug, die Architektur im System verkörpert zu haben und auch gut dokumentiert zu haben. Sie soll auch in Köpfen des Projektteams widerspiegelt sein und somit von Menschen verstanden sein.

3. Die Erfahrung der Konzepterstellung von Systemtypen eines Artes helfen schnell Konzepte für Systeme eines anderen Artes zu erstellen. In der Initiativgruppe gab es Mitglieder, die in seinem beruflichen Leben ganz neue technische Systeme entwickelt haben. Es war einfacher für sie, an der Konzepterstellung von einem Teil der Organisation teilzunehmen.
4. Das ganze Team muss gleiche Erfahrung haben. Wenn nur einige Teammitglieder schon lange keine (oder überhaupt nie) Konzepte erstellt haben, dann muss das ganze Team geschult werden. Der gemeinsame gleiche Wissenstand ist für Erfolg der Systemgestaltung sehr wichtig.
5. Es ist naive zu erwarten, dass die Projektteammitglieder sich selbst mit neuen Vorgehensweisen beschäftigen werden, wenn sie früher das nicht getan haben. Man muss explizit die Zeit der Schulung widmen. Nur danach wird es möglich, gemeinsam zu arbeiten. Die Erfahrung mit dem Workshop und nur mit einem kleinen Abholer am Anfang hat das klar demonstriert: statt einem kleinen Abholer musste der Autor mehr als geplant Zeit der Klärung der Begriffe und Vorgehensweisen widmen.
6. In einigen Kontexten macht es keinen Sinn, zwischen Betriebs- und Vorgehenskonzept zu unterscheiden. Wie die Norm IEEE 1362-1998 (IEEE, 1998), Vorgänger von ISO 29148, sagt, sind diese zwei Benennungen manchmal austauschbar und bedeuten denselben Begriff (also, sind Synonyme) (Ogden & Richards, 1923). Ein Begriff ist einfacher als zwei. Wenn Einführung von neuen Begriffen eine Komplexität einführt, die keinen Zielen dient, ist es besser, diese Komplexität zu vermeiden. In dem beschriebenen Fall gab es keinen Mehrwert in Unterscheidung zwischen Begriffen hinter den Benennungen „Betriebskonzept“ und „Vorgehenskonzept“, man hätte die Benennungen als Synonyme betrachten können. Diese Vereinfachung hätte nicht gegen den Kernbegriffen von Systems Engineering (Systems Engineering Core Concepts, 2023) gespielt.

3 Schaffung der Projektrahmen mit Betriebskonzept

Wenn der Begriff der Lebenszykluskonzepte und die Methode für Betriebskonzeptgestaltung in der Initiativgruppe abgestimmt war (siehe Kapitel 2), fang die Initiativgruppe mit der Konzepterstellung an. Initiale Konzepterstellung dauerte einen Tag und hat am Workshop vor Ort stattgefunden.

Vor dem Workshop waren einige Fragen in der Gruppe nicht beantwortet:

- Was konkret soll die Initiativgruppe liefern und wem?
- Welche Herausforderungen sollen die Liefergegenstände der Initiativgruppe beseitigen und wem gehören sie?
- Ohne wen kann die Initiativgruppe nicht arbeiten?
- Wer unterstützt die Arbeit der Initiativgruppe, wer kann die Arbeit stören?
- Nach welchen Vorgaben und von wem muss die Initiativgruppe arbeiten?

Um diese Fragen zu beantworten, definierte die Initiativgruppe nach der abgestimmten Vorlage und dem Vorgehen das Betriebskonzept.

3.1 Theorie: Lebenszykluskonzepte

Detailliert haben wir theoretische Hinweise und ihre Anpassung an Projektsituation für Betriebskonzeptgestaltung im Kapitel 2 untersucht.

Um dieses Kapitel unabhängig davon lesbar zu machen, schreiben wir hier folgende Fakten auf:

- Lebenszykluskonzepte sind Beschreibungen wesentlicher Lebenszyklus-Etappen des Zielsystems als „Black-Box“. Mit Lebenszyklus-Konzepten beantwortet man die Frage „In welchem Kontext befindet sich das Zielsystem auf der Etappe“ und wie es mit dem Kontext interagiert.
- Lebenszykluskonzepte werden auf der Etappe „Konzept“ des Zielsystems erstellt. Also, wenn das Zielsystem auf seiner Etappe „Konzept“ sich befindet. Der Ersteller von Lebenszyklus-Konzepten „schaut in die Zukunft“ des Zielsystems auf andere Etappen, oder – bei Bedarf – auch auf die Etappe „Konzept“.

3.2 Projektsituation: das Betriebskonzept

3.2.1 Der Workshop

Die Initiativgruppe gestaltete das Betriebskonzept während des Workshops im Büro vor Ort. Teilnahme über Internet war ausgeschlossen: es war wichtig, dass die Mannschaft sich als Mannschaft wahrnimmt, und dass das Betriebskonzept als wichtiger Baustein verstanden wird.

Die Mitglieder der Initiativgruppe arbeiteten in unterschiedlichen organisatorischen Einheiten: wenige von ihnen hatten Erfahrung der Zusammenarbeit miteinander. Charaktereigenschaften waren nicht bekannt. Es gab keine gemeinsamen Methoden, die das Team akzeptierte und nutzte. Der Workshop musste vor allem das beseitigen.

Es gab keinen gemeinsamen Methodenkoffer nicht nur weil die Kollegen nie miteinander an einem Produkt in einem Team arbeiteten, sondern weil der Produkttyp für die ganze Mannschaft neu war: ein Teil der Organisation statt einem Teil des Fahrzeugs. Auch die Etappe der Konzepterstellung war neu: die meisten Mitglieder arbeiteten an so genannten Derivaten: relativ kleinen Änderungen im existierenden Produkt. Deswegen brauchte die Mannschaft eine Einführung in Konzepterstellung. Dieser Aspekt ist im separaten Kapitel 2 als andere Herausforderung beschrieben.

Der Workshop dauerte vier Stunden. Nach 15-minütiger Einführung in die Tagesordnung und die Methode für Konzepterstellung arbeiteten die Initiativgruppemitglieder an dem Betriebskonzept ihrer Liefergegenstände in 4 Annäherungen. Vor jeder Annäherung gab es eine Einführung in die Vorlage. Dann arbeiteten die Mitglieder selbst: jeder für sich. Nach ungefähr 20 Minuten der selbstständigen Arbeit präsentierte jeder seine oder ihre Vorstellung der Frage.

Folgende vier Punkte waren in der Tagesordnung:

1. Die Herausforderungen zu beseitigen, die Mission, die Fähigkeiten.
2. Kontexte der Liefergegenstände: physikalischer, funktioneller, organisatorischer.
3. „Building Blocks“ der Liefergegenstände.
4. Betriebsszenarien der Liefergegenstände.

Die Aufgabe des Moderators (diese Rolle spielte der Autor dieser Studienarbeit) bestand aus zwei Teilen. Erstens musste er die Charaktereigenschaften der Initiativgruppemitglieder kennenlernen und im Workshop jedem das Wort geben, so er seine Ansicht auf die Arbeit hätte vertreten können. Der zweite Teil betraf die Systems-Engineering-Rolle: der Moderator musste diverse Eingaben der Teilnehmer zusammenbringen und ihnen erklären, was diese oder jene Eingabe für das Arbeitsergebnis der Gruppe bedeutete. Er musste auch mögliche Lücken in Eingaben entdecken und Fragen stellen, um diese Lücken zu befüllen.

3.2.2 Betriebskonzeptinhalte

In diesem Abschnitt lernen wir solche Konzeptinhalte kennen, die für die Initiativgruppe nur wegen der Konzepterstellung klar worden sind. Wir verstehen auch, wie die Wahrnehmung der Liefergegenstände nach der Konzepterstellung sich verändert hat. Damit betont der Autor die Wichtigkeit dieses Schrittes.

3.2.2.1 Herausforderungen, Mission und Fähigkeiten der Liefergegenstände

Die Herausforderungen sind die Eigenschaften der Umgebung, in der sich die Hauptabteilung und ihre Mitarbeiter befinden. Sie sind etwas, was Liefergegenstände der Initiativgruppe nach der Lieferung und während der Anwendung beseitigen sollten.

Die im Abschnitt beschriebenen Inhalte sind vom Kontext abhängig und schlecht wiederverwendbar. Allerdings können sie als Beispiele dienen und damit helfen, die Kategorien im Betriebskonzept besser zu verstehen.

Folgende Herausforderungen wurden im Betriebskonzept festgestellt:

1. Einige Projekte für Bauteilentwicklung in der Hauptabteilung mussten laut E-Ressort-Entscheidung ASPICE-Konformität erreichen.
2. Die Hauptabteilung als Teil des E-Ressorts des ganzen Unternehmens und des Konzerns musste mehrere neue externe Regelungen und Anforderungen an Arbeitsweise und Produkte unterstützen, vor allem neue UN ECE Anforderungen.
3. Die Initiativgruppe und die ganze Hauptabteilung hatte keine etablierte Vorgehensweise für Weiterentwicklung eigener Arbeitsweise und musste externe und interne Einflüsse "ad-hoc" und mit "trial and error" implementieren.

Auch wenn die ersten zwei Herausforderungen bekannt waren, half es sie zu unterscheiden. Die Herausforderung aus dem Punkt 1 kam direkt vom E-Ressort, zu dem die Hauptabteilung gehörte. Die Herausforderungen 2 kamen außerhalb des Unternehmens und beeinflussten auch andere Unternehmen im Konzern. Der Punkt 3 war für die Initiativgruppe vor der Formulierung unklar. Er half in der Zukunft offenen Fragen zu eigener Methode zu stellen und zu sagen: „Ich weiß nicht, wie man das tut“.

Die Mission verstand die Initiativgruppe als Ziele, die die Hauptabteilung anhand der Liefergegenstände erreichen wird. Folgende Punkte wurden aufgenommen:

1. Initiativgruppe und ihre Liefergegenstände ermöglichen die Hauptabteilung zielgerichtet, mit passender Geschwindigkeit und mit Berücksichtigung der wichtigsten Bedarfe sich zu entwickeln.
2. Die Initiativgruppe gewährleistet die Anwendbarkeit ihrer Liefergegenstände durch Mitnahme der Hauptabteilungsmitarbeiter als die wichtigsten Stakeholder.
3. Die Initiativgruppe ermöglicht ständige Weiterentwicklung der Hauptabteilung durch Berücksichtigung externer und interner Einflüsse.
4. Unter der Entwicklung der Hauptabteilung versteht die Initiativgruppe Entwicklung der Prozesse und Methoden, Gewährleistung der passenden Automatisierung der Prozesse und Befähigung der Mitarbeiter, diese Prozesse auszuführen.

Der Punkt 2 half in der Zukunft sehr: jede Entscheidung, jedes Ergebnis der Arbeit der Initiativgruppe musste positiv das berufliche Leben der Hauptabteilungsmitarbeiter beeinflussen. Jemand von diesen Mitarbeitern musste dabei sein und durfte sagen, dass er oder sie mit den Ergebnissen unzufrieden ist. Somit vereinbarte die Initiativgruppe, Rückkoppelung zu etablieren.

Die Punkte 1 und 3 halfen der Initiativgruppe nicht nur sich mit bestimmten einmaligen Veränderungen zu beschäftigen, sondern auch sich um die Institutionalisierung ihrer Tätigkeit zu kümmern.

Die Fähigkeiten der Liefergegenstände waren so formuliert:

1. Anwendbarkeit von Mitarbeitern der Hauptabteilung und (wo notwendig) von vordefinierten externen Stakeholdern.
2. Hilfreich für Mitarbeiter der Hauptabteilung.

Die zwei Punkte betonten noch einmal, dass jeder Liefergegenstand der Initiativgruppe von Mitarbeitern der Hauptabteilung abgenommen werden soll. Die Mitarbeiter mussten entscheiden dürfen, ob das Ergebnis gut oder schlecht sind.

3.2.2.2 Kontextdiagramme

Kontextdiagramme halfen Systemdenken anzuwenden: ohne Inhalte der Liefergegenstände zu beschreiben, erst mit ihrer Betriebsumgebung sich zu beschäftigen.

Drei Aspekte wurden untersucht: physikalischer, funktioneller und organisatorischer Kontext. Diese drei Aspekte kamen direkt aus dem Standard (Guide to the Preparation of Operational Concept Documents, 2012) und wurden folgendermaßen interpretiert:

- physikalischer Kontext: Normen und Standards, die die Liefergegenstände beeinflussen
- funktioneller Kontext: Management-Entscheidungen oder -Befehle, -Anweisungen; Standardarbeitsanweisungen und -vorschriften; Taktiken und Strategien; Politik; Geografie; Finanzen; Marktkräfte
- organisatorischer Kontext: besteht aus allen Organisationen, mit denen die Benutzer- und Bediengemeinschaft im Betrieb von Liefergegenständen interagieren wird

Es war auch klar gemacht, dass eine Einheit in einem Aspekt sollte ein Pendant in anderen zwei Aspekten haben. Z. B. eine Norm im physikalischen Kontext muss eine Entscheidung im funktionellen Kontext haben, dass diese Norm für das Unternehmen in einer Weise relevant ist. Es musste auch klar sein, wer diese Entscheidung getroffen hat. Somit konnte die Initiativgruppe feststellen, ob dieser Anteil des Kontextes ihr betrifft.

Diese Kontextbetrachtung half der Initiativgruppe neue Fakten festzustellen. Vor allem folgende:

- weder die Initiativgruppe noch die Hauptabteilung durfte direkt Entscheidungen über IT-Unterstützung der Arbeiten treffen; alle IT-Werkzeuge befanden sich in der Macht der IT-Abteilung, die in einem anderen Ressort sich befand; das änderte stark die Vorstellung der Initiativgruppe über ihre Liefergegenstände: sie konnte Automatisierungsbedarfe äußern und solche der IT-Abteilung kommunizieren; auch ein ordentlicher Prozess für Automatisierung zwischen der Initiativgruppe und der IT-Abteilung fehlte und musste von der Initiativgruppe geschaffen werden
- Es gab eine Nachbar-Hauptabteilung neben der Fahrwerk-Hauptabteilung, die sich mit der Prozess- und Methodenentwicklung beschäftigte. Formell befanden sich alle Transformationsprogramme und entsprechende Budgets in dieser Nachbar-Hauptabteilung. Das bedeutete, dass die Initiativgruppe ordentliche Zusammenarbeit mit der Nachbar-Hauptabteilung und Rückkoppelung schaffen sollte, die zum Zeitpunkt fehlte.
- Es gab in der Fahrwerk-Hauptabteilung Pilotprojekte, die schon in einer Form der Zusammenarbeit mit der Nachbar-Hauptabteilung sich befanden. Im Rahmen dieser Pilotprojekte musste die Mitarbeiter der Fahrwerk-Hauptabteilung neue Methoden und Prozesse beherrschen. Die Initiativgruppe musste diese Pilotprojekte berücksichtigen.

3.2.2.3 *Building Blocks*

Wenn der Kontext klar war, definierte die Initiativgruppe die Inhalte ihrer Liefergegenstände, „Building Blocks“ genannt. Damit stellte die Initiativgruppe fest, welche Typen der Objekte sie liefern möchte.

Das gesamte Vorgehen half der Gruppe vor allem folgende Building Blocks zu entdecken:

- Schulungsmaßnahmen (wegen des Bedarfes, Anwendbarkeit der Liefergegenstände von Mitarbeitern zu ermöglichen)
- Anweisungen für Prozessautomatisierung (wegen der Teilung der Arbeit mit IT-Abteilung)

Die ursprünglichen Ideen für Liefergegenstände wurden auch aufgenommen:

- Templates der Arbeitsartefakte für Mitarbeiter
- Arbeitsanweisungen (Prozessbeschreibungen, Check-Listen, Verantwortlichkeitsmatrizen)

Eigene interne Artefakte wurden auch als wichtige Zwischenergebnisse aufgenommen.

3.2.2.4 Betriebsszenarien

Die Betriebsszenarien waren während des Workshops nicht sehr tief verarbeitet. Die Initiativgruppe identifizierte einige Stakeholder (auch dank den vorherigen Schritten) die früher ignoriert wurden. Um bestimmte Betriebsszenarien zu verwirklichen, brauchte die Arbeitsgruppe Kontakt mit Stakeholder-Repräsentanten aufzunehmen. Außerdem erlaubte der Zeitraum des Workshops keine Möglichkeit, der Erarbeitung der Stakeholder die Zeit zu widmen.

Die Initiativgruppe hat vereinbart, die Betriebsszenarien (wie auch das gesamte Konzept) regelmäßig während weiterer Arbeit zu erarbeiten.

3.2.3 Einsichten bei der Erstellung des Betriebskonzeptes

Wegen der Erstellung des Konzeptes konnte die Initiativgruppe wichtige Einsichten entdecken, die weitere Projektarbeit beeinflussten:

- Mitarbeiter der Hauptabteilung sind wichtige Stakeholder und dürfen offen und ehrlich sagen, dass die Liefergegenstände der Initiativgruppe ihnen nicht gefallen. Das sollte für die Initiativgruppe bedeuten, dass der Liefergegenstand nicht abgenommen wurde.
- Die Hauptabteilung (und die Initiativgruppe als Teil davon) ist nicht berechtigt, Automatisierungsmittel für ihre Arbeit zu definieren: darum kümmerte sich die IT-Abteilung in einem anderen Ressort. Um IT-Landschaft (als Teil des Unterstützungssystems) zu beeinflussen, musste die Initiativgruppe eine gemeinsame Vorgehensweise mit der IT-Abteilung etablieren.
- Konkrete Inhalte der Liefergegenstände der Initiativgruppe waren vor der Erstellung des Konzeptes nicht klar. Nach der Erstellung hatte die Initiativgruppe einen ordentlichen Entwurf der Typen der Liefergegenstände.

3.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Während des Workshops kümmerte sich die Initiativgruppe explizit nur mit der Betriebsetappe (erstellte das Betriebskonzept). Der Begriff des Lebenszyklus und der Lebenszykluskonzepte an sich wurde der Initiativgruppe nicht erklärt. Diese Komplexität hätte eine Sonderschulung gebraucht und hätte im besten Fall wenig Wert gebracht (im schlechten Fall hätte das die Initiativgruppemitglieder nur genervt).
2. Noch eine Vereinfachung wäre möglich gewesen, und man musste sie tun: OpsCon (Betriebskonzept) und ConOps (Vorgehenskonzept) als Synonyme betrachten und vielleicht sogar nicht über die zwei reden (IEEE, 1998) erlaubt diese Vereinfachung).

3. Die Namen der Aspekte (physikalischer, funktioneller und organisatorischer) wurden direkt aus der Norm (Guide to the Preparation of Operational Concept Documents, 2012) übernommen und waren ein Grund für Verwirrung. Man musste die Aspekte entsprechend ihrer Inhalte benennen und somit die Norm anpassen.

4 Zielgerichtete Veränderung des Verhaltens von Mitarbeitern

Nach der Formulierung des Betriebskonzeptes (Kapitel 3) kam die Zeit, das Konzept mit Inhalten zu befüllen. Als Mittel dafür wurden vor allem regelmäßige Workshops definiert. Während dieser Workshops mussten führende Ingenieure (die Mitglieder der Initiativgruppe) bekannte Herausforderungen ihrer Abteilungen klar machen. Für diese Herausforderungen musste die Initiativgruppe Lösungen entwickeln: entweder im Rahmen des Workshops oder nach dem Workshop während der Diskussionen mit entsprechenden Mitarbeitern der Abteilung. In dieser Studienarbeit sind zwei solche Herausforderungen und ihre Erarbeitung beschrieben, siehe Kapitel 7 und 8.

In diesem Kapitel besprechen wir die Fähigkeit der führenden Ingenieure zu führen.

4.1 Projektsituation: ein führender Ingenieur, der nicht führen konnte

An einem Workshop wurden einige Herausforderungen festgestellt. Einer der führenden Ingenieure meldete sich freiwillig, seinen Kollegen Material mit Lösungen für die aufgeworfenen Probleme anzubieten. Nach dem Workshop schickte er seinen Kollegen (anderen führenden Ingenieuren) einen Foliensatz aus fast hundert Seiten mit Grafiken und Text. Wenn er feststellte, dass niemand von den Kollegen diesen Foliensatz aufmerksam genug gelesen hatte, nahm er das Wort und stellte die Präsentation allen vor. Das Arbeitstreffen wurde tatsächlich gestört: Die Tagesordnung wurde verletzt, die Ziele wurden nicht erreicht.

Lassen wir die Schlussfolgerungen des Sitzungsmoderators beiseite und achten wir auf die folgende Tatsache. Die gesamte Gruppe bestand ausschließlich aus führenden Ingenieuren: Spezialisten mit entweder umfangreicher Lebenserfahrung oder herausragenden Fähigkeiten mit zahlreichen Verbindungen in ihrer Abteilung. Ihre Rolle in der Initiativgruppe besteht darin, die Bedürfnisse ihrer Abteilungen zu erfassen, diese Bedürfnisse ihren Kollegen in der Initiativgruppe vorzulegen, Lösungen zu entwickeln und diese Lösungen in ihren jeweiligen Abteilungen umzusetzen. Das heißt im wahrsten Sinne des Wortes „führen“.

Nach zwei ersten Treffen wurde es klar, dass es nicht nur in den entsprechenden Abteilungen, sondern auch innerhalb der Gruppe zu Führungsschwierigkeiten kommen würde.

4.2 Theorie: Radical collaboration und unbewusstes Abwehrverhalten

Das Buch (Tamm & Luyet, 2023) argumentiert, dass eines der Hindernisse für eine effektive Zusammenarbeit unbewusstes Abwehrverhalten sei. Unbewusstes Abwehrverhalten könne bekämpft werden. Betrachten wir zunächst den Wirkungsmechanismus des Abwehrverhaltens, erläutern wir die grundlegenden Möglichkeiten, ihm entgegenzuwirken, und dann die Methoden, ihm entgegenzuwirken.

4.2.1 Mechanismus des unbewussten Abwehrverhaltens

Die Ereigniskette, die zu diesem Verhalten führt, ist wie folgt:

1. Ein Anreiz in der äußeren Umgebung.
2. Eine Reaktion im menschlichen Körper, die für eine gefährliche Situation (aber nicht unbedingt für die Situation, in dem der Mensch sich befindet) charakteristisch ist.
3. Ein automatisches Verhalten einer Person auf eine von ihrem Körper wahrgenommene Bedrohung.

Die Anreize können völlig unterschiedlich sein: eine große Anzahl der Zuhörer in einer Halle für einen Vortragenden, eine kommende Abgabefrist, ein Treffen mit einem Vorgesetzten oder einem Untergebenen. Wichtig ist, dass diese Anreize (im Gegensatz zu einem bewaffneten Räuber oder einer Giftschlange im Raum) keine existenzielle Bedrohung für die Person darstellen. Aufgrund der eigenen Erfahrung oder der Erfahrungen der Vorfahren lösen diese Anreize jedoch Reaktionen im Körper aus, die für existenzielle Bedrohungen charakteristisch sind.

Solche Reaktionen können sein: schnelles Atmen, starkes Schwitzen, Anspannung im Bauchbereich und viele andere.

Eine automatische Reaktion auf eine vom Körper wahrgenommene Bedrohung wird durch die persönliche Erfahrung einer Person bestimmt und äußert sich auf unterschiedliche Weise. Beispiele könnten sein: übermäßige Intellektualisierung des Geschehens, schnelles Sprechen und Unwilligkeit, Sprechpausen einzulegen, unangemessenes Lachen oder Kichern, Abwertung von etwas („Ich brauchte es sowieso nicht“), Gefühlen objektive Bedeutungen zu geben („Ich fühle es so, deswegen ist es so“).

Im Buch (Tamm & Luyet, 2023) werden in der Tabelle „Box 2-13“ („Signs of Defensiveness“) Körperreaktionen und automatische Verhaltensmuster in einer Liste dargestellt.

4.2.2 Grundlegende Möglichkeiten das unbewusste Abwehrverhalten zu beseitigen

Es ist wichtig zu beachten: Das oben beschriebene Abwehrverhalten ist unbewusst. Das bedeutet, dass man es erkennen und damit arbeiten kann. Darüber hinaus bedeutet dies, dass an einem solchen Verhalten niemand schuld ist: Das liegt an jedem von uns.

Das erste bedeutet, dass wir lernen können, die entstehenden Voraussetzungen für unbewusstes Abwehrverhalten zu erkennen und dessen Entwicklung zu verhindern.

Solche Arbeiten sind energieaufwendig, daher ist es notwendig, möglichst viele energieverbrauchende Faktoren zu eliminieren. Hierzu wird die zweite These aufgestellt: Das Schuldgefühl entzieht sich jeglicher Aufmerksamkeit und beeinträchtigt die menschliche Entwicklung.

4.2.3 Methode für Beseitigung des unbewussten Abwehrverhaltens

Die persönliche Erfahrung des Autors zeigt, dass es einfacher ist, die Emotionen anderer Menschen wahrzunehmen und ihnen zu helfen, mit ihnen umzugehen, wenn man es zunächst selbst lernt. Bevor man anderen hilft, die Anzeichen von Abwehrverhalten zu erkennen, sollten Sie sich daher zunächst selbst helfen. Diese Erfahrung unterstützt das oft zitierte Paper mit Zusammenfassung des Wissens über Empathie (Decety & Jackson, 2004).

Zunächst soll man die körpereigenen Reaktionen auf Gefahrensituationen erkennen und protokollieren. Dies ist in der Regel schwieriger, wenn solche Reaktionen auftreten und unmittelbar danach. Es ist wichtig, ruhig zu sein, von der Situation abgelenkt und voller Kraft zu sein, da die Abwehrmechanismen sonst keinen nüchternen Blick auf die Situation ermöglichen. Gleichzeitig ist es wichtig, dass die Situation nicht weit in der Vergangenheit verbleibt. Es ist am besten, die Situation noch am selben Tag zu klären.

Beispielsweise lohnt es sich, sich nach einer weiteren Interaktion mit einer oder mehreren Personen 15 Minuten Zeit zu nehmen und eigenes Verhalten von außen zu beleuchten. Dabei helfen die ersten fünf Minuten der Ablenkung (ein Spaziergang an der frischen Luft, allein drinnen sitzen, ohne an irgendetwas zu denken). Als nächstes kann man die Gefühle auf Papier schreiben. Damit kann die erwähnte Tabelle aus dem Buch (Tamm & Luyet, 2023) helfen.

Als nächstes soll man sich merken, ob während der Interaktion Musteraktionen aufgetreten sind. Diese Aktionen muss man auch aufschreiben.

Nach mehreren Iterationen solcher Beobachtungen kann man die eigenen Merkmale identifizieren.

Als nächstes soll man einen Plan für die Zukunft entwickeln. Tatsache ist, dass wir bei Reaktionen im Körper die Möglichkeit haben, der gemusterten Aktion entgegenzuwirken. Bevor das Gehirn den Körper dazu zwingt, eine „programmierte“ Aktion auszuführen, haben wir ein paar Sekunden Zeit, die Kontrolle zu übernehmen und im Gegenzug eine neue Aktion anzubieten (detailliert ist dieser Mechanismus im Buch (Sapolsky, 2018) beschrieben; in dieser Studienarbeit elaboriert der Autor die Idee weiter im Kapitel 9 über Kulturveränderungen). Natürlich ist dies nicht genug Zeit, um darüber nachzudenken, wie diese Aktion aussehen könnte. Daher ist es notwendig, vorab eine Liste solcher Gegenmaßnahmen zu erstellen.

Wenn die richtige Situation eintritt, sollte eine Aktion aus einem vorab vereinbarten Plan durchgeführt werden. Es ist wichtig, sich daran zu erinnern, dass der Widerstand gegen unbewusstes Abwehrverhalten beim ersten Mal nicht funktionieren wird: Diese Fähigkeit erfordert Entwicklung und ständige Übung. Das Gehirn benötigt wie der Rest des Körpers regelmäßige Bewegung, um in Form zu bleiben und sich zu verändern (Tovar-Moll & Lent, 2016).

4.3 Projektsituation: Veränderung des Verhaltens

Nach dem gestörten Workshop beschloss der Autor der Studienarbeit, Ziele des Ingenieurs mit dem Foliensatz zu verstehen. Hier muss man betonen, dass diese Entscheidung dem Autor nicht so einfach war: der Ingenieur war im Alter des Vaters vom Autor der Studienarbeit. Und die Verhaltensmuster erlaubten dem Autor nicht, das Verhalten solcher Menschen unter Frage zu stellen. Glücklicherweise hatte er schon einen Verhaltensplan, um eigenes Abwehrverhalten zu beseitigen (z.B., um das Problem nicht zu ignorieren oder nicht mit dem Ingenieur „zu kämpfen“).

Nach einem Austausch stellte der Autor fest, dass der Ingenieur ein edles Ziel hat, sein Wissen im Unternehmen zu lassen, bevor er in die Rente geht. Der Ingenieur stellte fest, dass es für ihn nicht zielführend wäre, mit seinen Kollegen als mit Schülern zu sprechen, die ihre Hausaufgaben nicht gemacht haben. Der Autor – als Initiator dieses Gespräches – musste auf eigene Emotionen und auf Emotionen des Ansprechpartners achten und den Beiden helfen, nicht in den Abwehrmodus zu fallen.

Am Ende des Treffens entschieden die Beiden, dass es besser wäre, Herausforderungen von jedem zu verstehen und konkrete Informationen zu ihrer Beseitigung zu schicken. In der Zukunft schickte der Ingenieur seinen Kollegen nur kleine Abschnitte aus dem Foliensatz. Außerdem war er derjenige, der die Herausforderung in seiner Abteilung für Kapitel 6 identifizierte.

4.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Unbewusstes Abwehrverhalten ist ein Hindernis für Zusammenarbeit und vor allem für das Führen anderer Mitarbeiter.
2. Unbewusstes Abwehrverhalten ist auf natürlichen Mechanismen basiert, es ist ein automatisches Verhalten.
3. Es lässt sich beseitigen. Dafür gibt es gut beschriebene Methoden.
4. Erstens muss man eigenes Abwehrverhalten beseitigen (als Teil dieser Arbeit zu lernen, eigene Gefühle wahrzunehmen), und nur dann wird es möglich, den anderen damit zu helfen.

5 Cynefin Framework, Tätigkeiten der Ingenieure, Best Practices and Good Practices

Das Betriebskonzept (siehe Kapitel 3) half die „Building Blocks“ (Typen der Liefergegenstände) zu beschreiben. Vor allem gab es in den „Building Blocks“ Arbeitsanweisungen. Die Liefergegenstände waren unter dem starken Einfluss von ASPICE und anderen Empfehlungen und Anforderungen an die Arbeitsweise der Ingenieure.

Regelmäßiger Austausch mit der Initiativgruppe, mit Führungskräften und sogar mit Ingenieuren der Fahrwerk-Hauptabteilung zeigte dem Autor eine in vielen Bereichen herrschende Meinung: Es gebe die „Best Practice“ für Ingenieurarbeit in der Hauptabteilung, sie sei schon irgendwo beschrieben oder etabliert, man müsse sie einfach lernen und übernehmen.

In diesem Abschnitt versuchen wir folgende Fragen zu beantworten:

1. Gibt es in jedem Fachbereich die Best Practice?
2. Kann man eine Tätigkeit einfach aus einem Lehrbuch oder aus einem anderen Projekt oder Unternehmen übertragen?
3. Wie komplex muss ein Projekt für Unternehmensveränderung sein? Kann man es nebenbei machen?

5.1 Komplexität, Cynefin Framework und adäquate Practices

5.1.1 Problemstellung

Schaffen wir erst einen Rahmen, um die Fragen zu beantworten. Wir werden „Best Practice“ als eine zielgerichtete Tätigkeit betrachten. Die Tätigkeiten werden für uns ein Teil des Unternehmens sein. Das Unternehmen wird zu unserem Zielsystem, woran wir Systems Engineering anwenden. Im Rahmen dieses Kapitels ist es genug, eine Praktik als eine zielgerichtete Tätigkeit zu verstehen und nicht von anderen Tätigkeiten (wie z.B. von Prozessen) sie zu unterscheiden.

Schon nach der Beschaffung dieses Rahmens kann man die ersten zwei Fragen beantworten: nein, es gibt keine „Best Practice“ für jeden Fachbereich (in manchen Fachbereichen gibt es mehrere gleich gute Praktiken). Man kann nicht jede Tätigkeit einfach aus einem Lehrbuch oder aus einem anderen ähnlichen Projekt übertragen. Die Begründung hier ist, der Kontext dieser übertragbaren Anteile. Bei Definition aus dem Projekt Management Body of Knowledge (Project Management Institute, 2008) gibt es keine zwei gleichen Projekte (und deswegen kann man nicht einfach eine Tätigkeit von einem ins andere übertragen). Aus

demselben Grunde gibt es nicht für jedes Problem eine „Best Practice“: Kontexte können mehrere gleich passende Praktiken erlauben.

Wie kann man herausfinden, ob es eine „Best Practice“ gibt oder es gibt mehrere gleich gute Praktiken? Wie kann man entscheiden, ob es genug ist, einer Schritt-für-Schritt-Beschreibung der Tätigkeit zu folgen, oder man braucht implizites Expertenwissen? Es hängt von der Komplexität des Kontextes ab.

Es gibt viele verschiedene Wege, Komplexität zu messen und wahrzunehmen. SEBoK (Complexity, 2024) mit Verweis auf das Paper (Sheard & Mostashari, 2011) unterscheidet drei folgende Komplexitätstypen:

- strukturelle Komplexität: beschäftigt sich mit Elementen und Beziehungen zwischen ihnen. Es geht hier z.B. um die Menge der Beziehungen und Elemente, um die Menge der Möglichkeiten, Elemente miteinander zu verbinden.
- dynamische Komplexität: die Komplexität, die man während der Nutzung eines Systems betrachten kann.
- sozio-politische Komplexität beschäftigt sich mit Einflüssen von Personen oder Gruppen der Menschen⁶.

Auch wenn unser Zielsystem (ein Unternehmen) vor allem aus Menschen besteht, nutzen wir ein Framework für Betrachtung der Komplexität, die in die Kategorie „dynamische Komplexität“ passt. Das ist das Cynefin Framework Das Framework ist vom Autor des Frameworks in (Snowden & Boone, 2007) beschrieben, wird auch in SEBoK (Socio-Technical Features of Systems of Systems, 2024) erwähnt, wird für Entscheidungsmanagement in dem Paper (French, 2013) von einem Autor evaluiert, der erst skeptisch über das Framework war, danach aber seine Meinung nach der Anwendung des Frameworks in verschiedenen Bereichen geändert hat. Eine gute kurze Zusammenfassung des Frameworks findet man in dem Video (Cognitive Edge, 2011).

5.1.2 Das Cynefin Framework

Das Framework führt fünf Bereiche der Komplexität ein (Siehe Abbildung 4. Cynefin Framework.).

Der erste in der Mitte ist der Bereich des Unbekannten: man geht davon aus, dass Komplexität jeder Umgebung unbekannt ist, sie muss man ordentlich bewerten.

Die anderen vier Bereiche helfen von vier verschiedenen Komplexitätsarten zu unterscheiden. Das Prinzip für jeden Bereich ist gleich: ob man im Voraus sagen kann, wie ein System auf bekannte Einflüsse reagieren wird.

⁶ Sinngemäßes Zitat aus SEBoK (Complexity, 2024)

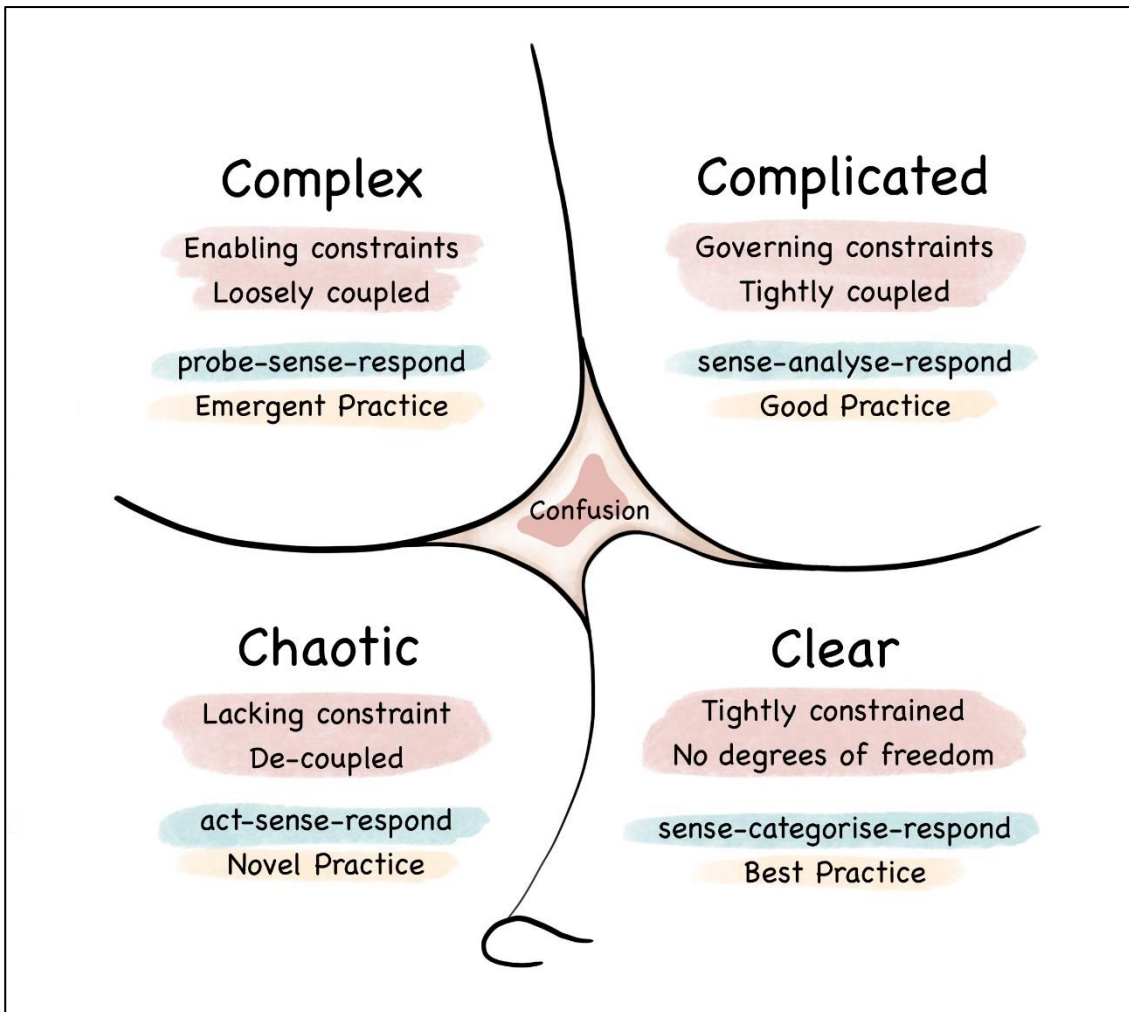


Abbildung 4. Cynefin Framework.

By Tom@thomasboox.com - Own work - a re-drawing of the prior artwork found here (File:Cynefin_as_of_1st_June_2014.png) that incorporates more recent changes, such as renaming "Simple" to "Clear"., CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=123271932>

Im Bereich „Simple“ („Einfach“) befinden sich Systeme, deren Reaktion auf Einflüsse jedem im Voraus klar ist: man brauche dafür keine besonderen Fachkenntnisse, jeder Mensch mit einer gesunden Vernunft kann es begreifen. Ein Beispiel von solchen Systemen wäre eine Bäckerei ohne Backstube. Für solche Systeme machen klassische Schritt-für-Schritt-Prozessbeschreibungen (z.B. mit BPMN-Notation) Sinn: sie seien auch genug dafür. Für Probleme in diesem Bereich gibt es „Best Practices“: eindeutige einzige Lösung eines Problems.

Im Bereich „Complicated“ („Kompliziert“) befinden sich Systeme, deren Reaktion auf Einflüsse im Voraus nur Fachexperten klar ist. Man braucht implizites Fachwissen, um solche Systeme ordentlich zu verwalten, ist ein explizites Wissen (z.B. klassische Prozessbeschreibung) nicht genug: man braucht unbedingt Experten mit implizitem Wissen. In dem Bereich gibt es keine Best Practices, sondern nur gute Practices: ein Problem kann gleich gut mit unterschiedlichen Ansätzen gelöst werden. Die Experten müssen entscheiden,

welche Praktik hier am besten passt, weil das auch von ihrem Fachwissen abhängig ist.

Im Bereich „Complex“ („Komplex“) befinden sich Systeme, deren Reaktion auf Einflüsse im Voraus keinem bekannt ist: man kann nur nachträglich verstehen, warum das System so reagiert hat.

Im Bereich „Chaotic“ („Chaotisch“) befinden sich Systeme, für welche es keine Möglichkeit gibt, Kausalität zwischen Einflüssen und Systemverhalten festzustellen.

5.1.3 Komplexität des Systems Engineering und der Tätigkeit der Ingenieure

Die Tätigkeiten der Ingenieure sind (wenn wir das Cynefin Framework für ihre Bewertung nutzen) mindestens kompliziert. Es gibt einige Wege, diese Aussage zu begründen.

Erstens, den einfachen Tätigkeiten widmet man nicht Studiengänge und so viele Lehrbücher (ein einfaches Argument).

Zweitens, einige Autoren werfen ihren Blick auf Ingenieur Tätigkeiten von außen (d.h. von dem methodologischen Standpunkt), wo sie Ingenieur Tätigkeiten so beschreiben, dass wir mittels Cynefin sie als mindestens komplizierte bezeichnen können.

Wenn Janusz Dietrych über Konstruktionswissenschaft (die Tätigkeit der Ingenieure, deren untrennbarer Anteil Systemdenken sei) schreibt (Dietrych & Rugenstein, 1982), charakterisiert er die Tätigkeit der Ingenieure folgendermaßen:

„Wir müssen *schöpferisch* tätig sein und produzieren, wenn wir unsere materiellen Bedürfnisse befriedigen wollen. *Denken und Handeln* sind zwei Formen unserer Tätigkeit.“⁷

„Der Ingenieur wirkt in der Abstraktionssphäre in Hinsicht auf die Konkretumsphäre. Dies ist *eine intellektuelle Tätigkeit*, infolge des Zusammentreffens mit der TECHNOSPHERE.“⁸

„Die Bedarfsdeckung (als Teil der Tätigkeit der Ingenieure - Anmerkung des Autors der Studienarbeit) ist ein *sehr komplizierter Prozess*“.⁹

⁷ Das Zitat vom (Dietrych & Rugenstein, 1982), Kapitel 0.3, Kursivmarkierungen vom Autor der Studienarbeit.

⁸ Das Zitat vom (Dietrych & Rugenstein, 1982), Kapitel 1.6, Kursivmarkierungen vom Autor der Studienarbeit.

⁹ Das Zitat vom (Dietrych & Rugenstein, 1982), Kapitel 1.6, Kursivmarkierungen vom Autor der Studienarbeit.

Das Buch von Prof. Dietrych ist ein Lehrbuch. Auch wenn in diesem Buch ein Blick auf die Disziplin vom methodologischen Standpunkt geworfen wird, ist es ein Lehrbuch, das die Inhalte der Disziplin beschreibt und mit anderen Disziplinen sie methodologisch nicht vergleicht. Deswegen müssen wir nach einer anderen Quelle suchen, um die Aussage „Die Tätigkeit der Ingenieure ist mindestens kompliziert“ zu begründen.

Außerdem nutzt Prof. Dietrych die Benennung „Konstruktionswissenschaft“, und nicht die Benennung „Systemtechnik“, was ein klarer Synonym für Systems Engineering wäre. Um die Affinität der Begriffe hinter den Benennungen „Konstruktionswissenschaft“ und „Systemtechnik“ in dieser Arbeit nicht zu begründen, wenden wir uns einer anderen Quelle zu, die explizit Systems Engineering untersucht und seine Komplexität bewertet.

Wir wenden uns zu den Arbeiten von Prof. Dr. Habil. Vitaliy Gorokhov: dem Sowjetischen und russischen Wissenschaftler. Prof. Gorokhov war international bekannter Experte mit Publikationen auf Russisch, Englisch, Französisch und Deutsch. Er arbeitete zusammen vor allem mit der technischen Universität in Karlsruhe. Prof. Gorokhov hat sein Leben der Forschung von folgenden Gebieten gewidmet:

- Wissenschafts-, Technik- und Umweltphilosophie,
- globale Probleme nachhaltiger Entwicklung,
- Folgenabschätzung wissenschaftlicher und technischer Entwicklung,
- Methodik des Systems Engineering und Projektmanagements,
- Geschichte des Ingenieurwesens und methodische Analyse technischen Wissens¹⁰

In seiner Monografie „Methodologische Analyse der Systemtechnik“ (Горухов, 1982) beschreibt Prof. Gorokhov das Objekt der Systemtechnik als komplexes Objekt:

„Das Objekt der systemtechnischen Tätigkeit ist ein komplexes System“¹¹

Prof. Gorokhov erklärt diese Aussage in der Einführung des Buches weiter:

„Die Komplexität eines Objekts der Systemtechnik ergibt sich zum einen aus dem Übergang von einem einfachen zu einem zusammengesetzten Objekt und zum anderen aus der Analyse seiner Teile zur Analyse des Ganzen. Dieser Übergang wird größtenteils durch die zunehmende Spezialisierung und die Notwendigkeit vorangetrieben, verschiedene Arten von Ingenieuraktivitäten zu koordinieren, die

¹⁰ Die Liste ist ein vom Russischen übersetztes Zitat: <https://iphras.ru/gorokhov.htm>. Übersetzung vom Autor der Studienarbeit.

¹¹ Das vom Russischen übersetzte Zitat aus (Горухов, 1982), Kapitel 1

in die Entwicklung eines komplexen Systems einbezogen sind und auf die Schaffung eines einzigen Projekts abzielen.“¹²

„Die Komplexität moderner Ingenieursysteme liegt nicht so sehr in der Zunahme der Anzahl, sondern in der Vielfalt und Heterogenität der Komponenten und Verbindungen zwischen ihnen.“¹³

Prof. Gorokhov beschreibt auch die Tätigkeit „Systemtechnik“ als eine komplexe Tätigkeit:

„Doch obwohl hier (*in Systemtechnik - Anmerkung des Autors der Studienarbeit*) auf den ersten Blick die Hauptaufgabe in der Synthese heterogenen Wissens, theoretischer Konzepte und Methoden liegt, liegt eigentlich im Zentrum einer solchen Synthese (*im Rahmen der Systemtechnik - Anmerkung des Autors der Studienarbeit*) die komplexe Aufgabe der Koordination, Abstimmung, Steuerung und Organisation verschiedener Aktivitäten zur Lösung eines konkreten Komplexes wissenschaftlichen und technischen Problems.“¹⁴

Prof. Gorokhov betont, dass zum Objekt der Systemtechnik nicht nur das klassische Produkt wird, sondern auch die Tätigkeit, die auf die Erzeugung dieses Produktes gerichtet ist. Er betont einige Besonderheiten der Systemtechnik im Vergleich mit anderen wissenschaftlich-technischen Tätigkeiten:

„Systemtechnik ist an der Schnittstelle zwischen wissenschaftlichen Aktivitäten und Aktivitäten der Ingenieure entstanden; sie funktioniert an dieser Schnittstelle weiter und stellt ihre effektive Beziehung sicher“¹⁵

„Systemtechnik im Gegensatz zu klassischen naturwissenschaftlichen und technischen Disziplinen (z. B. Funktechnik und angewandte Mechanik oder Elektrotechnik) ist „nichtklassisch“ ausgebildet: sie konzentriert sich nicht auf die naturwissenschaftliche Grundlagendisziplin als Vorbild zur Durchführung wissenschaftlicher Forschung. <...> Die Besonderheit des nichtklassischen Weges besteht darin, dass zur Lösung komplexer wissenschaftlicher und technischer Probleme grundsätzlich alle wissenschaftlichen Disziplinen, Theorien, Erkenntnisse und Methoden involviert sind (und nicht nur die Grundtheorie), die in Zukunft eine gemeinsame spezifische methodische Grundlage in ein einziges theoretisches System wissenschaftlicher und technischer Disziplinen umwandeln. Sie werden natürlich entsprechend überarbeitet und neu gedacht. Schließlich werden neue spezifische Methoden und theoretische Forschungsinstrumente entwickelt, die eine möglichst effektive

¹² Das vom Russischen übersetztes Zitat aus (Горюхов, 1982), Kapitel 1

¹³ Das vom Russischen übersetztes Zitat aus (Горюхов, 1982), Kapitel 1

¹⁴ Das vom Russischen übersetztes Zitat aus (Горюхов, 1982), Kapitel 1

¹⁵ Das vom Russischen übersetztes Zitat aus (Горюхов, 1982), Kapitel 1

Lösung der Probleme dieser wissenschaftlich-technischen Disziplin ermöglichen. Systemtechnik ist genau eine solche Disziplin.“¹⁶

Prof. Gorokhov nutzt die russische Benennung „Системотехника“ (buchstäblich auf Deutsch „Systemtechnik“) als Übersetzung der englischen Benennung „Systems Engineering“, was er klar in der Einführung betont. Aus dem Grunde können wir alle Feststellungen aus dem Buch auch an Systems Engineering anwenden.

Zu guter Letzt, können wir das Gesetz der erforderlichen Varietät (Ashby, 1956) nutzen, um die Aussage über Komplexität von Systems Engineering zu unterstützen. Die Varietät ist eine Messung der Komplexität des Systems. In der extremen Formulierung des Gesetzes: eine optimale Kontrolle wird unter folgenden zwei Bedingungen erreicht:

- Übereinstimmung der Varietät des Kontrollhandelns mit der Varietät des Kontrollierten;
- strikte Eindeutigkeit der Kontrollmaßnahmen.

Die Komplexität der Tätigkeit muss der Komplexität ihres Objektes entsprechen. Also, je komplexer das Objekt ist, desto komplexer muss auch die Tätigkeit sein.

Zusammengefasst, es gibt keinen Zweifel, dass sowohl das Objekt von Systems Engineering als auch das Systems Engineering an sich vom Standpunkt von Cynefin-Framework kompliziert oder komplex sind. Das bedeutet, dass einfache Prozessbeschreibungen (Schritt-für-Schritt-Beschreibungen) der Tätigkeit für Systems Engineering nicht anwendbar sind. Es gibt auch keine „Best Practices“ in Systems Engineering: es gibt „Good Practices“. Es gibt eine Diversität der passenden Ansätze, aus der die Fachexperten selbst basierend auf ihrem Wissen und Verständnis des Aufgabenfeldes das Passende wählen sollen.

5.1.4 Good Practices statt Best Practices

Was kann man dann als Alternative zu „Best Practices“ vorschlagen, um Leitplanken in einem Entwicklungszentrum den Systems Ingenieuren anzubieten? Wir wenden uns zu der Arbeit von Ivar Jacobson et al. „Enough of Processes-Lets do Practices“ (Jacobson, Ng, & Spence, 2007)

Im Paper nutzt man die Benennungen „Processes“ („Prozesse“ auf Deutsch) und „Practices“ („Praktiken“ auf Deutsch). Auch wenn diese Benennungen nicht eindeutig auf dieselben Begriffe zeigen, wie „Best Practice“ und „Good Practice“ entsprechend, sind sie nah genug, um die Lösung aus dem Artikel in unserem Fall zu nutzen. Die Begründung dieser Aussage stammt aus der Problembeschreibungen von Prozessen im Artikel.

¹⁶ Das vom Russischen übersetztes Zitat aus (Горохов, 1982), Kapitel 1

Im Paper erwähnt man folgende Probleme der Prozesse:

- Das Problem der verweigten Gemeinsamkeit (jeder Prozess scheint neu zu sein; eigentlich haben sie viele Gemeinsamkeiten, die schwer zu analysieren sind)
- Das Problem der Vollständigkeit (jeder Prozess versucht man vollständig zu beschreiben; das führt zur Überflutung der Information, es wird schwer zu bewerten, ob der Prozess nützlich in der Situation ist)
- Das Problem der Nutzung des kompletten Prozesses (selten ist es notwendig, den ganzen Prozess zu nutzen; sie sind aber so nicht modular beschrieben, dass es schwer ist, nur Teile von ihnen anzuwenden)
- Das Problem der nicht-synchronisierten Prozesse (jedes Team passt Prozesse an die Realität an; wegen der Komplexität der Beschreibung haben die Teams keine Zeit, die Beschreibungen zu aktualisieren; somit entspricht die Beschreibung nie der real angewendeten Prozesse)
- Das Problem der Beschaffung des Wissens (große Prozessbeschreibungen werden selten ordentlich gelesen)
- Das Problem der „dummen“ Prozesse (auch wenn in großen Prozessbeschreibungen etwas gefunden wird, ist es schwer, während der Nutzung Mehrwert von dieser Beschreibung zu bekommen; Prozessbeschreibungen erzählen häufig, was „Langweiliges“ man tun muss, und nicht wie man das tut)¹⁷

Wenn wir von außen (außerhalb des Papers und im Kontext dieses Kapitels) diese Probleme anschauen, können wir feststellen: die Probleme sind eigentlich nicht von Prozessbeschreibungen per se, sondern von der Anwendung der Prozessbeschreibungen im falschen Cynefin-Bereich. Für einfache Tätigkeiten werden die erwähnten Probleme weniger wichtig oder überhaupt nicht sichtbar. Wenn man aber Prozessbeschreibungen im komplizierten oder komplexen Bereich anwendet, kommen die erwähnten Probleme hoch.

Die vorgeschlagene Lösung ist es, Praktiken, statt Prozesse anzuwenden (oder, mit anderen Wörtern, statt „Best Practices“ die „Good Practices“). Die Autoren des Papers definieren Praktik durch ihre Wirkung: „Eine Praktik bietet eine Möglichkeit, einen bestimmten Aspekt eines Problems systematisch und nachweisbar anzugehen.“¹⁸ Im Paper wird es betont:

- Eine Praktik versucht nicht, das gesamte Problem anzugehen. Vielmehr greift eine Praktik einen bestimmten Aspekt des Problems an.

¹⁷ Sinngemäßes Zitat aus (Jacobson, Ng, & Spence, 2007), übersetzt vom Englischen vom Autor der Studienarbeit

¹⁸ Sinngemäßes Zitat aus (Jacobson, Ng, & Spence, 2007), übersetzt vom Englischen vom Autor der Studienarbeit

- Eine Praktik ist insofern systematisch, als jemand sie artikulieren kann – es ist keine schwarze Kunst. Eine Praktik hat einen klaren Anfang und ein klares Ende und erzählt eine vollständige Geschichte in brauchbaren Teilen.
- Eine Praktik umfasst ihre eigene Verifizierung, die ihr ein klares Ziel und eine Möglichkeit zur Messung ihres Erfolgs bei der Erreichung dieses Ziels liefert. Ohne Verifizierung ist die Praxis nicht vollständig.¹⁹

Um einige Beispiele der Praktiken zu geben, zitieren wir hier ein Bild aus dem Paper.

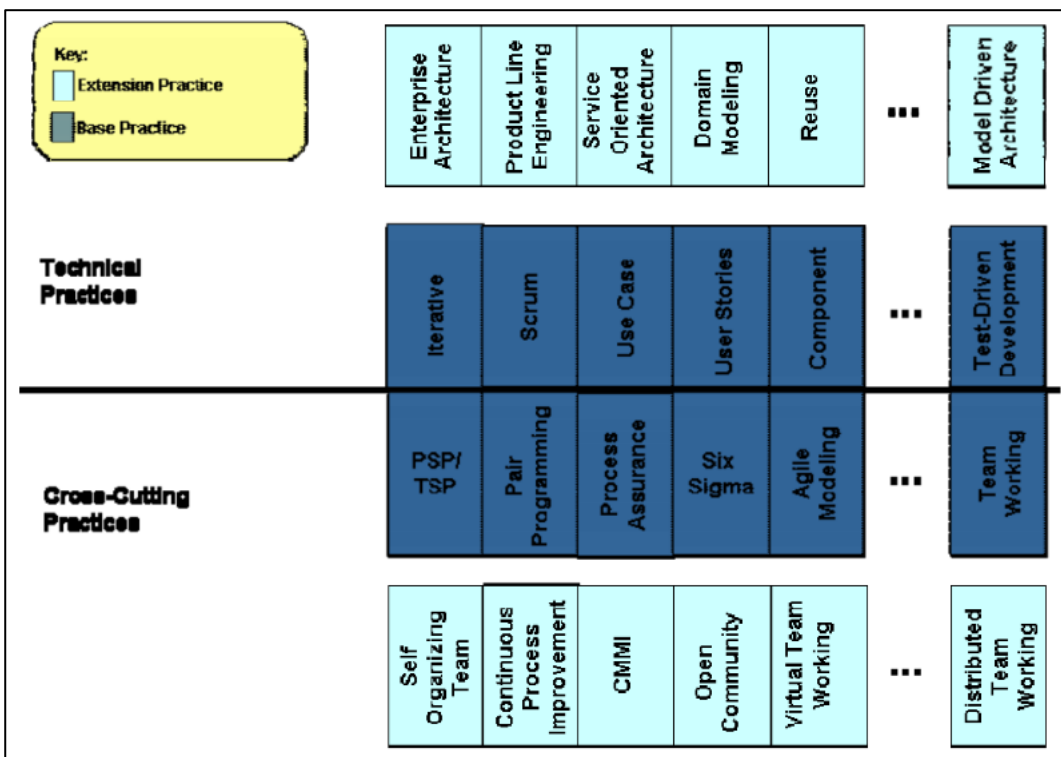


Abbildung 5. Beispiele der Praktiken.²⁰

Beispiele der Beschaffung der Praktik im Rahmen des beschriebenen Projektes sind in Kapiteln 6, 7 vorgestellt. Jedes Kapitel in dieser Studienarbeit sollte an sich eine Praktik beschreiben.

5.2 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Ingenieur Tätigkeit und besonders Systems Engineering sind (mit dem Cynefin-Framework beobachtet) mindestens komplizierte Tätigkeiten.
2. «

¹⁹ Die Liste ist ein sinngemäßes Zitat aus (Jacobson, Ng, & Spence, 2007), übersetzt vom Englischen vom Autor der Studienarbeit

²⁰ Das Zitat aus (Jacobson, Ng, & Spence, 2007), Figure 1 im Paper.

3. „Best Practices“ oder „Schritt-für-Schritt-Prozessbeschreibungen“ („Prozesse“) sind für komplizierte Tätigkeiten im besten Fall nutzlos und im schlimmsten Fall schädlich.
4. Für komplizierte und komplexe Tätigkeiten sind „Good Practices“ oder „Praktiken“ anzuwenden.

6 Erhebung der Stakeholder-Anforderungen im unbekanntem Umfeld – Bekanntmachung mit MBSE

Um Ingenieure der Hauptabteilung in die Transformationsinitiative zu involvieren, entschied die Initiativgruppe ihre Bedarfe zu verstehen und ihnen zu helfen, diese zu befriedigen. Diese Entscheidung unterstützte auch das abgestimmte Vorgehenskonzept der Initiativgruppe (siehe Kapitel 3): die Lösungen der seien nur dann gut, wenn die Ingenieure der Hauptabteilung klar und offen sagen, dass ihr tägliches berufliches Leben damit positiv beeinflusst wird.

Das konzernweite Transformationsprogramm, dessen Einflüsse das beschriebene Projekt bearbeitete, beinhaltete keine Bottom-Up-Initiativen. Solche aber wurden nicht verboten: jede organisatorische Einheit durfte die von dem Programm definierten Rahmen weiter so detaillieren und umsetzen, wie diese Rahmen erlaubten.

Eine von Bottom-Up-Initiativen der Initiativgruppe ist im Kapitel 7 vollständig beschrieben. In diesem Kapitel beschäftigt sich der Autor mit einer Voraussetzung dafür: wie kann man Stakeholder-Anforderungen an etwas erheben, wenn den Ansprechpartnern das ganze Themenfeld nicht bekannt ist?

6.1 Projektsituation: neues Lenkrad und PowerPoint-Architekturblockschaltbilder

In der Fahrwerk-Hauptabteilung gab es eine Lenkrad-Mannschaft. Diese Mannschaft kontaktierte die Initiativgruppe (mit Hilfe des führenden Ingenieurs, siehe Kapitel 4) mit einer konkreten Frage. Lenkräder in neuen Baureihen sollten Sensoren beinhalten und mit Steuergeräten austauschen, um Anforderungen für autonomes Fahren zu befriedigen.

Um Konstruktionsentscheidungen mit Blockschaltbildern zu beschreiben, nutzte die Lenkrad-Mannschaft PowerPoint. Das Werkzeug befriedigte die Anforderungen der Mannschaft: drei Seiten mit Blockschaltbildern war es einfach zu aktualisieren und somit die Entscheidungen zu dokumentieren. Die Sensoren, der Austausch mit Steuergeräten verpflichteten die Lenkrad-Mannschaft komplexere Blockschaltbilder zu erstellen: jetzt brauchten sie zehn Seiten.

Um die Ganzheitlichkeit in so einer Menge der Folien zu unterstützen, reichte PowerPoint der Mannschaft nicht mehr. Bei Änderung eines Elementes auf einer Folie sei das Risiko unakzeptabel hoch, diese Änderung auf anderen Folien zu verpassen.

Die Lenkrad-Mannschaft kannte keine Lösung dafür und bat die Initiativgruppe um Unterstützung. Die Initiativgruppe kannte einige IT-Werkzeuge für Produktarchitekturmodellierung, konnte aber keine Anforderungen an das Werkzeug sammeln: der Lenkrad-Mannschaft war das MBSE-Vorgehen nicht bekannt.

6.2 Projektsituation: Bekanntmachung mit MBSE mit neutralem IT-Werkzeug

Soweit der Begriff der Modellierung im Model-Based-Systems-Engineering (MBSE)-Sinne²¹ der Lenkrad-Mannschaft nicht bekannt war, gebe es keinen Sinn, Anforderungen an das mögliche IT-Werkzeug von der Mannschaft zu sammeln. Die Initiativgruppe entschied es, der Mannschaft erst den MBSE-Begriff zu erklären.

Für Demonstration des MBSE-Begriffes wählte die Initiativgruppe ein IT-Werkzeug aus, das den Bedarfen der Mannschaft sicherlich nicht passen würde. Somit wollte die Initiativgruppe den Konflikt der Interessen vermeiden und nur den MBSE-Begriff zu erklären. Die Initiativgruppe wollte keine positive Voreingenommenheit für ein bestimmtes IT-Werkzeug bei der Mannschaft wecken.

Für Erklärung des MBSE-Begriffes wurde Archi²² ausgewählt. Dieses IT-Werkzeug unterstützt ArchiMate-Architekturmodellierungssprache (The Open Group, 2022), die für Modellierung der Unternehmen geeignet ist. Die Lenkrad-Mannschaft entwickelt keine Unternehmen, sondern Produkte. Aus diesem Grunde wäre Archi für die Mannschaft kein IT-Werkzeug, das ihre Arbeit unterstützen könnte. Um MBSE-Begriff zu erklären, wäre es ein passender Kandidat.

Um den MBSE-Begriff zu erklären, erstellte die Initiativgruppe ein einfaches Architekturmodell in Archi und in PowerPoint. Das Modell beinhaltete einige Diagramme, die ein Beispiel-Zielsystem von einigen unterschiedlichen Viewpoints²³ darstellte. Ähnlich aussehende Diagramme wurden auch mittels PowerPoint-Folien skizziert.

²¹ Damit meint der Autor der Studienarbeit Erstellung der maschinenlesbaren Diagramme, die miteinander konsistent sind, und diese Konsistenz wird automatisiert von einem IT-Werkzeug unterstützt.

²² Ein kostenloses Werkzeug, verfügbar auf <https://www.archimatetool.com>, ist auch im INCOSE-Lab (<https://www.incose.org/learn/se-laboratory>, nur für Mitglieder) aufgelistet.

²³ Im Sinne von ISO 42010, (ISO/IEC/IEEE, 2022)

Um Mehrwert von MBSE zu demonstrieren, wurden einige einfache Anwendungswälle demonstriert, vor allem:

1. ich als Entwickler muss in einem Diagramm ein Element löschen und sicherstellen, dass dieses Element auf anderen Diagrammen gelöscht wird, weil ich so eine technische Projektentscheidung traf;
2. ich als Entwickler will wissen, mit welchen anderen Elementen ein Element verbunden ist, weil ich dieses Element ändern will und mit Eignern der verbundenen Elemente das klären muss;
3. ich als Entwickler muss aus meinem Modell einen Bericht für Manager erstellen, der nur Folien nach einer Vorlage laut dem Prozess bekommen soll.

Nach dieser Demonstration verstand die Lenkrad-Mannschaft den MBSE-Begriff sofort und war bereit, Bedarfe an Modellierungswerkzeug zu äußern.

6.3 Theorie: Bedarfe, Anforderungen, OMG Essence und SEMAT Kernel

6.3.1 Warum neutrales IT-Werkzeug für Demonstration

Ein der Ziele der Arbeit mit der Lenkrad-Mannschaft war es, ein passendes IT-Werkzeug für sie zu wählen. Dafür sollte die Mannschaft einige Werkzeuge demonstriert bekommen, und dann nach Tradeoff-Analyse-Vorgehen den Werkzeugen Punkte vergeben.

Es sei schwer, Alternativen zu entdecken, wenn man zum ersten Mal ein passendes Werkzeug gesehen hat. (Siehe auch (Cilli & Parnell, 2014)) Aus dem Grunde soll das IT-Tool, mit dem man demonstriert, als keine Alternative dienen: so die eigentlichen Alternativen wirklich gleich wahrgenommen wären.

6.3.2 Unterschied zwischen Bedarfen und Anforderungen: Problem- und Lösung-Bereiche

Es gibt einige Definitionen von Bedarfen (Englisch „Need“) und Anforderungen (Englisch „Requirement“).

Wir nutzen die Definition aus „Guide to Needs and Requirements“ (Katz, Orr, & Wheatcraft, 2021) von INCOSE. In diesem Dokument unterscheiden die Autoren „Stakeholder Needs“ und „Stakeholder Requirements“ folgendermaßen:

„...Stakeholder-Bedarfe repräsentieren externe Sicht auf Zielsystem mit Fokus auf etwas, was Stakeholder von dem Zielsystem brauchen, um ihre Erwartungen aus realer Welt zu befriedigen. Stakeholder-Anforderungen sind Anforderungen an das Zielsystem, die diese Stakeholder besitzen. Diese Anforderungen sind ein

Input für Entwurfsprozess und von der Stakeholder-Perspektive kommunizieren, was das Zielsystem tun muss, um Bedarfe dieser Stakeholder zu befriedigen.“²⁴

Hier sehen wir klare Teilung: Bedarfe befinden sich im Problem-Bereich („Problem Domain“), Anforderungen gehören dem Lösung-Bereich („Solution Domain“), wie solche von J. Dick et. al im Buch „Requirements Engineering“ unterschieden werden (Kapitel (Dick, Hull, & Jackson, Requirements engineering in the problem domain, 2017), (Dick, Hull, & Jackson, Requirements Engineering in the Solution Domain, 2017)).

Wenn unser Zielsystem ein IT-Werkzeug für Ingenieure ist, dann wäre ein Entwicklungsprojekt für Lenkrad ein Obersystem für dieses IT-Werkzeug im Betrieb. Hier Obersystem ist noch ein Synonym für „Problem-Bereich“. Unser Zielsystem ist ein Lösung-Bereich.

Wir können die Aussagen der Lenkrad-Mannschaft dem Problem-Bereich zuordnen und sie als Bedarfe bezeichnen.

6.3.3 OMG Essence - SEMAT Kernel für Software und Systems Engineering

Wie stellen wir fest, in welchem Zustand diese Bedarfe sich befinden? Was sollen wir tun, um sie reifer zu machen oder überhaupt sie erheben zu können? Wie helfen wir der Lenkrad-Mannschaft, vom Problem-Bereich in den Lösung-Bereich zu gehen und dort die Anforderungen an das MBSE-Werkzeug zu definieren?

Damit hilft uns das SEMAT Kernel von Ivar Jacobson et al (Jacobson, McMahon, & Lidman, 2012), das explizit in der „OMG Essence“ Norm (Object Management Group®, 2018) beschrieben ist.

SEMAT Kernel ist eine Darstellung der wichtigsten Einheiten in einem Entwicklungsprojekt, deren Zustände verfolgt werden sollen und mit den man im Projekt arbeiten muss.

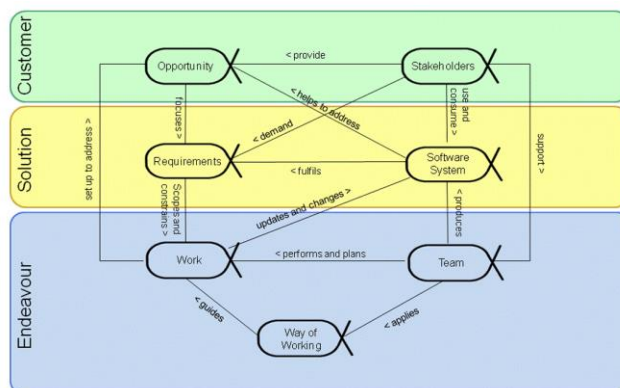


Abbildung 6. SEMAT Kernel: Sieben Alphas. Zitat aus OMG Essence, Figure 8.2 in dem Dokument.

²⁴ Das vom Englischen übersetzte Zitat aus (Katz, Orr, & Wheatcraft, 2021), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

Jede von diesen Einheiten („Alphas“ im Kernel benannt) hat ein eigenes Lebenszyklus-Modell, in dem alle Etappen klar mit einer Check-Liste beschrieben sind. Sei die Check-Liste für eine Etappe vollständig abgehakt, bedeutet es, dass das Alpha auf dieser Etappe 100% reif ist und darf weiter gehen.

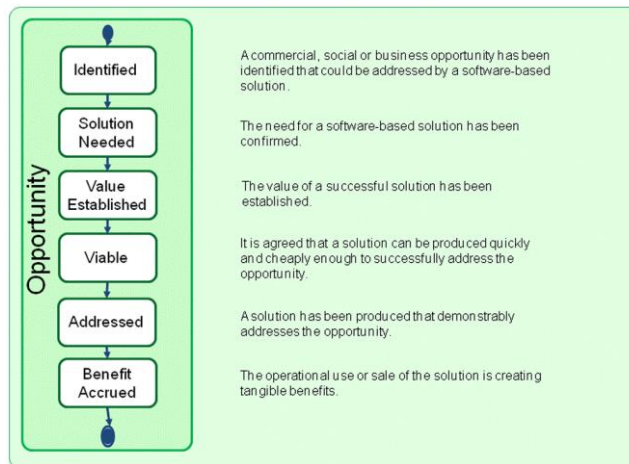


Abbildung 7. Lebenszyklus von Alpha "Opportunity" (Pendant für Stakeholder-Bedarfe). Zitat aus OMG Essence, Figure 8.6 in dem Dokument.



Abbildung 8. Check-Listen für jede Etappe des Lebenszyklus von Alpha "Opportunity". (Ivar Jacobson International, 2022)²⁵

Im Standard-Kernel gibt es sieben Alphas, die klare Beziehungen zueinander haben (siehe Abbildung 6). Diese Beziehungen ermöglichen viele

²⁵ Zitat aus Alpha State Cards (PDF Version) (<https://www.ivarjacobson.com/publications/cards/alpha-state-cards-pdf-version>)

Entwicklungsprojekte (unabhängig von System-Lebenszyklus-Modell) mit Standard-Kernel zu beschreiben, nur mit richtiger Platzierung der Zustände der Alphas auf einer kausalen Achse (siehe Abbildung 9).

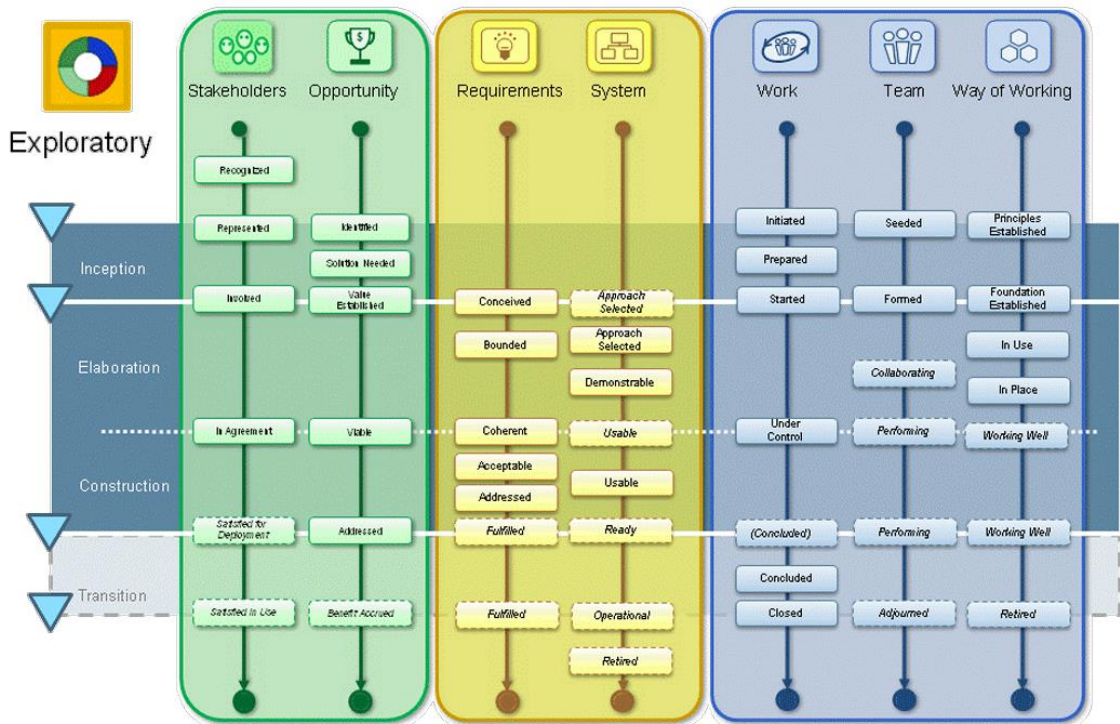


Abbildung 9. Ein Beispiel eines Systemlebenszyklus mit SEMAT Kernel beschrieben. Zitat aus OMG Essence, Figure E.30 in dem Dokument.

Für komplexere Fälle ist im Standard OMG Essence eine Möglichkeit beschrieben, das Kernel anzupassen. Diese Mechanismen wurden im Russischen INCOSE-Chapter verwendet, um auf Systems-Engineering-Domäne der Kernel anzupassen (siehe „Towards a Systems Engineering Essence“ (Levenchuk, 2015)). Die Änderungen betrafen nur zwei Alphas von sieben. Die Ergebnisse bestätigten die Anwendbarkeit von SEMAT Kernel auch für Systems Engineering.

6.3.4 Reifegrad und Zustände von Bedarfen

Wir untersuchen im Rahmen dieser Arbeit nur ein Alpha – „Opportunity“ (Chance). Während der Projektarbeit ist es wichtig, alle sieben Alphas in ihrem Zusammenhang zu betrachten. In diesem Abschnitt machen wir nur eine Vertiefung in ein Alpha, um Theorie und praktische Projekterfahrung zusammenzubringen.

In SEMAT Kernel umfängt das Alpha „Opportunity“ die Bedarfe.

„Die Gesamtheit der Umstände, die es angemessen machen, ein Softwaresystem zu entwickeln oder zu ändern. Die Chance artikuliert den Grund für die Schaffung des neuen oder geänderten Softwaresystems. Sie stellt das gemeinsame Verständnis des Teams für die Bedürfnisse der Stakeholder dar

und hilft bei der Gestaltung der Anforderungen an das neue Softwaresystem, indem es seine Entwicklung begründet.“²⁶

Siehe die Etappen des Lebenszyklus und ihre Beschreibung auf Abbildung 7.

6.3.5 Projektsituation: Stakeholder-Bedarfe durch Alpha „Opportunity“

Jede Lebenszyklus-Etappe jedes Alpha gibt eine Check-Liste vor, womit man klären kann, ob das Alpha diese Etappe durchgegangen ist. Diese Check-Liste hilft auch passende projektspezifische Aktivitäten auszuführen.

Die Check-Liste für die erste Etappe „Identifiziert“ sieht so aus.

1. Es wurde eine Idee für eine Möglichkeit zur Verbesserung bestehender Arbeitsweisen, zur Erhöhung des Marktanteils oder zur Anwendung eines neuen oder innovativen Softwaresystems identifiziert.
2. Mindestens einer der Stakeholder möchte in ein besseres Verständnis der Chancen und des damit verbundenen Nutzens investieren.
3. Die anderen Stakeholder, die die Chance teilen, wurden identifiziert.²⁷

Im bestimmten Projektkontext kann man mit einer Kreativität und grundlegendem Systems-Engineering-Verständnis diese Punkte in Aktivitäten umwandeln, die zu folgenden Ergebnissen bringen:

- Lenkrad-Mannschaft sagt, dass heutige Arbeitsweise zu aufwändig für neue Produkte sei.
- Lenkrad-Mannschaftsleiter ist bereit, Zeit seiner Mannschaft und eigene Zeit in ein besseres Verständnis der Chance zu investieren.
- Lenkrad-Mannschaft will ihre Arbeitsweise verbessern, Abteilungsleiter hat nichts dagegen, Initiativgruppe unterstützt die Initiative, Tool-Vendor und interne Experten stehen für Demonstration der IT-Werkzeuge zur Verfügung.

Untersuchen wir noch eine Lebenszyklus-Etappe der Chance.

Die Check-Liste für die Etappe „Eine Lösung wird gebraucht“ sieht so aus:

- Die Stakeholder der Chance und der vorgeschlagenen Lösung wurden identifiziert.
- Die Bedarfe der Stakeholder, die die Chance generieren, wurden ermittelt.
- Alle zugrunde liegenden Probleme und ihre Grundursachen wurden identifiziert.
- Es wurde bestätigt, dass eine softwarebasierte Lösung erforderlich ist.

²⁶ Das übersetzte Zitat aus (Object Management Group®, 2018), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

²⁷ Die Liste ist ein übersetztes Zitat aus (Object Management Group®, 2018), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

- Es wurde mindestens eine softwarebasierte Lösung vorgeschlagen.

Für die Lenkrad-Initiative bedeutet es folgendes zu erreichen:

- Eine große Stakeholder-Liste ist erstellt und beinhaltet Stakeholder-Rollen und Namen der Repräsentanten der Stakeholder. Dieser Punkt triggert eine entsprechende Etappe des Alpha „Stakeholder“.
- Die Lenkrad-Mannschaft beschreibt klar mit einer Geschichte aus ihrem Projekt, warum sie eine neue Vorgehensweise brauchen: die Geschichte mit mehreren Folien und Blockschaltbildern in PowerPoint, die schwer ganzheitlich zu behalten sind. Diese Geschichten sind dokumentiert.
- Es ist klar, warum die Lenkrad-Mannschaft mit PowerPoint Architekturblockschaltbilder erstellt, warum sie keine neuen Technologien dafür nutzt oder keine Eigeninitiative zeigt, solche kennenzulernen, warum sie Hilfe von Initiativgruppe braucht. Diese Gründe sind bestätigt und dokumentiert.
- Das Lenkrad-Team bekommt eine Demonstration der MBSE-IT-Lösung (Archi) und bestätigt nach der Demonstration, dass ähnliches Werkzeug ihr berufliches Leben vereinfachen wird.
- Ein interner Experte aus der Nachbar-Abteilung ist bereit, ein MBSE-Werkzeug der Lenkrad-Mannschaft zu demonstrieren.

Wir gehen nicht jede Etappe des Alpha „Chance“ durch, weil mit diesen zwei Beispielen des Prinzips schon klar demonstriert wurde.

6.3.6 Zusammenspiel von verschiedenen Alphas - Widerspiegelung des Projektlebenszyklus mit Alphas

Für jedes Projekt ist es wichtig, alle sieben Alphas im Griff zu haben. Wie kann man erfahren, welches Alpha an welcher Stelle welchen Zustand haben muss?

Das ist die Frage der Lebenszyklus-Gestaltung. Die vordefinierten Zustände (früher in dieser Arbeit auch „Etappen“ genannt) sind den Projektphasen zuzuordnen.

Die Zustände der Alphas haben auch innere Logik, die zu Abhängigkeiten zwischen den Alpha-Zuständen führt (siehe Beispiel im Abschnitt "Projektspezifische Aktivitäten basierend auf generischen Schritten in einem Alpha"). Von diesen Abhängigkeiten ist die Zuordnung eingeschränkt.

Siehe Abbildung 9 für Beispiel solcher Zuordnung.

6.3.7 Weitere Anwendungsmöglichkeiten von OMG Essence

Im Rahmen des Projektes nutzte der Autor das Kernel von OMG Essence, um wichtige Sachen („Alphas“) im Projekt zu verfolgen und Aktivitäten zu planen. Er nutzte dieses Werkzeug selbst, ohne das ganze Team explizit damit bekannt zu

machen. Es gebe weitere Anwendungsmöglichkeiten von SEMAT Kernel und OMG Essence.

Das Kernel ist ein Konzept-Modell, das folgende Rollen erfüllt (Jacobson, McMahon, & Lidman, 2012):

- ein Denken-Framework für Teams, um Fortschritt im Projekt zu besprechen und die „Gesundheit“ des Projektes festzustellen;
- Gemeinsame Grundlage für die Diskussion, Verbesserung, den Vergleich und den Austausch von Software-Engineering-Methoden und -Praktiken;
- ein Framework für Teams zur Zusammenstellung und kontinuierlichen Verbesserung ihrer Arbeitsweise durch die Zusammenstellung separat definierter und beschaffter Praktiken;
- eine Grundlage zur Definition praxisunabhängiger Maßnahmen zur Beurteilung der Qualität der erstellten Software und der zu ihrer Erstellung verwendeten Methoden;
- eine Grundlage zur Definition praxisunabhängiger Maßnahmen zur Beurteilung der Qualität der erstellten Software und der zu ihrer Erstellung verwendeten Methoden.²⁸

Die Zugangsbeschränkungen für Nutzung von Kernel sind niedrig. Das Kernel kann man sogar in der Form der Kartenspiele verwenden.

6.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Auch wenn Produktentwickler sich mit neuen Methoden nicht beschäftigen, können sie Mangel ihrer heutigen Methoden deutlich beschreiben. Für einen Methoden- oder IT-Werkzeugentwickler können solche Feststellungen im Problem-Bereich sich befinden.
2. Eine Feststellung im Problem-Bereich ist ein Stakeholder-Bedarf. Solche Bedarfe stellen eine wertvolle Information über obergeordnetes System dar, in welchem eine neue Methode oder ein IT-Werkzeug verwendet wird.
3. Es ist eine gute Teilung der Arbeit, wenn Methoden- und IT-Werkzeugentwickler die Produktentwickler von Stakeholder-Bedarfen im Problem-Bereich zu den Anforderungen im Lösung-Bereich begleiten.
4. Wenn Produktentwickler z.B. aus Wissensmangel keine Anforderungen im Lösung-Bereich definieren können, kann der Werkzeugentwickler ihnen mögliche Lösungen basierend auf den Bedarfen vorstellen.
5. Es ist wichtig, die Vorstellung des Lösung-Bereiches und die Vorstellung einer bestimmten Lösung nicht zu verwechseln. Ziel der ersten Aufgabe ist es, die Produktentwickler zu befähigen, Anforderungen zu formulieren. Ziel der zweiten Aufgabe ist es, eine Lösung den Produktentwicklern

²⁸ Sinngemäßes Zitat aus (Jacobson, McMahon, & Lidman, 2012), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

vorzustellen, so sie nach schon definierten Anforderungen diese bewerten könnten.

6. OMG Essence und SEMAT Kernel können als allgemeiner Leitfaden für Software und Systems Engineering Projekte dienen. Sie helfen Aktivitäten und ihre Reihenfolge zu definieren; den Zustand des Projektes zu verfolgen.

7 Bottom-Up-Transformationsinitiativen

Im abgestimmten Betriebskonzept (siehe Kapitel 3) stand es fest: das Ergebnis unserer Arbeit ist nur dann gut, wenn die Entwickler der Hauptabteilung das offen und ehrlich bestätigen. Also, die Entwickler der Hauptabteilung haben unbedingt das Wort und sind somit zu den wichtigen Stakeholdern worden.

Wie ist es aber am einfachsten zu gewährleisten, dass die Stakeholder mit der Lösung glücklich sind? Sie so früh wie möglich in die Arbeit mit der Lösung zu involvieren, sie so früh wie möglich zu fragen, was sie eigentlich wollen, und ihnen zu zeigen, was es geben kann und was es gibt.

Wie ermutigt man Menschen sich mit etwas Neuem zu beschäftigen, wenn sie schon mehr als 100% mit ihren täglichen Aufgaben ausgelastet sind? Wir können zwei Gruppen der Ansätze unterscheiden: die Mitarbeiter zwingen (z.B. mit Befehl) oder die Mitarbeiter motivieren. Der Autor hat zwei von diesen Ansätzen in derselben Umgebung beobachtet.

In diesem Abschnitt vergleichen wir zwei verschiedene Vorgehensweisen: Top-Down (wenn ganz oben Richtlinien definiert werden und einfach nach unten detailliert und implementiert übergeben werden; Mitarbeiter mussten an Arbeitstreffen teilnehmen und ihre Meinung äußern), und Bottom-Up (wenn auf dem „Engineering-Shopfloor“ von konkreten operativen Entwicklern man erfährt, was sie in ihren Projekten brauchen, und dann man hilft ihnen, dieses zu bekommen). Wie in jedem Abschnitt, schauen wir eine Konkrete Projektsituation an, untersuchen bekannte Theorien und lernen uns mit der Lösungsansatz des Autors kennen. Am Ende werden wir Schlussfolgerungen ziehen.

7.1 Projektsituation: Prozessbeschreibungen und Vorschriften von oben

Die Hauptabteilung hatte einige Pilotprojekte mit interner Prozessberatungsabteilung. Im Rahmen dieser Pilotprojekte fanden einige Workshops statt, wo Prozessberater zusammen mit Entwickler der Hauptabteilung ein Prozessmodell (ASPICE) an die Realität der Hauptabteilung anpasste (siehe zum Thema ASPICE-Prozessreferenzmodell auch das Kapitel 10). Als Ergebnis bekamen die Entwickler Prozessdokumentation.

Der Autor hatte einige Gelegenheiten, mit Entwicklern offen auszutauschen, die an diesen Pilotprojekten teilgenommen haben. Auf die Frage „Hat das Deine tägliche Arbeit irgendwie verbessert oder überhaupt beeinflusst?“ bekam der Autor nur eine Rückmeldung: das tägliche berufliche Leben blieb unverändert.

Auch wenn die Top-Down-Initiative, die die interne Prozessberatung verwirklichte, gut gemeint war, hat sie ihre Ziele bei Entwicklern nicht erreicht.

Diejenigen, die direkt mit dem Produkt des Unternehmens arbeiten, sahen keine Änderungen in ihrem täglichen beruflichen Leben.

Der Autor versuchte über eigene Kontakte zu klären, ob das der Zufall ist, oder wurde das laufende unternehmensweite Transformationsprogramm so geführt. Laut der Information über dritte Personen (leider gab es keine Gelegenheit, direkt den Programmleiter zu treffen) lief das Programm wie erwünscht. Das Ziel des Programms war, die Eingaben von Konzern an das Unternehmen anzupassen und weiter den Hauptabteilungen zu übergeben. Als Rückkopplung sollten die erwähnten Workshops dienen.

Wie könnte man das Transformationsprogramm anders gestalten?

7.2 Theorie: Bottom-Up-Transformation bei BMW, eine Fallstudie

In dem Buch „Integrating Program Management and System Engineering“ (Rebentisch & Prusak, 2017) ist eine Fallstudie von dem Transformationsprogramm erwähnt, die im Zeitraum 2007 bis 2012 im Entwicklungsressort bei BMW stattgefunden hatte (Abschnitt 14.5 des Buches).

Die Ausgangslage forderte vom Unternehmen viel effektiver zu werden. Trotz dem Fakt, dass BMW ein erfolgreiches Automobil- und Motorräderhersteller war, musste es sich verbessern, um weiter unabhängig auf dem Markt zu bleiben. Der neue Vorsitzende des Entwicklungsressorts Klaus Draeger musste nach seinem Auftritt in die Rolle im November 2006 große Herausforderungen treffen. Das Ressort war schon an den Grenzen seiner Kapazitäten, musste aber laut der mittel- und langfristiger Unternehmensstrategie noch mehr Baureihen in demselben Zeitraum wie früher mit derselben Größe der Arbeitskraft entwickeln. Konkret musste die Menge der Baureiheprojekte auf ein Drittel steigen, Entwicklungszeit musste auf ein Drittel reduziert werden, Qualität der Produkte musste auch auf ein Drittel steigen. Als Antwort auf diese Herausforderungen kam das Transformationsprogramm E³: Erheiternde Produkte, Effiziente Prozesse und Strukturen, Emotionen und Teamgeist.²⁹

Dieses Programm basierte auf drei Projektbereichen: E³-Projekte (große Transformationsprojekte wie Produktlebenszyklusmanagement), Wertschöpfungsorientierung und E-Change-LIFE.

Für diesen Abschnitt der Studienarbeit sind die Wertschöpfungsorientierungsprojekte besonders interessant. Das waren kleine Projekte, die jeder Mitarbeiter initiieren konnte, um eigene Betriebsumgebung zu ändern.

²⁹ Der Absatz ist ein vom Englischen übersetztes sinngemäßes Zitat aus dem Buch (Rebentisch & Prusak, 2017), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

Die Mitarbeiter des Entwicklungsressorts identifizierten Herausforderungen, stellten ihre Lösungsvorschläge vor, bekamen auch Ressourcen und Management-Unterstützung, durften Kollegen aus Nachbarabteilungen bei Bedarf involvieren. Interne Prozessberatungsabteilung bei BMW spielte in diesen Projekten auch eine Rolle: sie stellte den Entwicklern ein Regelwerk zur Verfügung, erklärte ihnen die Lean-Prinzipien, welche als Grundlage für das Transformationsprogramm dienten.

Somit konnten die Entwickler nicht nur an dem großen E³-Transformationsprogramm teilnehmen (was für die meisten davon ohne diese kleinen Projekte nicht der Fall gewesen wäre), sondern auch sich mit dem großen strategischen Programm direkt und klar assoziieren und eigenen Beitrag fühlen.

7.3 Projektsituation: Ein Versuch, den Entwicklern die Initiative zurückzugeben

Als der Autor die Lage mit Transformationsinitiativen festgestellt hat (die Ingenieure mussten die Methoden und Prozesse nutzen, die ihnen gegeben wurde), versuchte er den Ingenieuren die Initiative zurückzugeben. Das unterstütze auch das abgestimmte Betriebskonzept (siehe Kapitel 3): die Transformationsbedarfe sollten von Mitarbeitern der Fahrwerk-Hauptabteilung kommen. Die Aufgabe der Initiativgruppe war es, diese Bedarfe in vorgegebenen Rahmen mit Lösungen zu befriedigen.

An einem Tag traf die Initiativgruppe einige Ingenieure aus dem Lenkrad-Bereich. Die Ingenieure äußerten ihren Bedarf folgendermaßen. Sie zeigten ein PowerPoint-Dokument mit Blockschaltbildern, womit das Konzept des Lenkrades beschrieben wurde. Früher sei das Lenkrad relativ einfach: mechanische Komponenten haben Berührungspunkte mit mechanischen Komponenten in der Umgebung des Lenkrades, es gebe einige elektrotechnische Schnittstellen mit der Umgebung. Das moderne Lenkrad, das die Ingenieure entwickelten, solle für automatisiertes Fahren bereit sein. Das bedeute vor allem, mit Sensoren ausgestattet zu sein, die den Griff des Fahrers identifizieren.

Dieses und andere neue Anforderungen verpflichteten die Ingenieure komplexere Blockschaltbilder zu erstellen. Das PowerPoint-Dokument bestehe nicht aus zwei-drei Seiten, sondern aus Dutzend Seiten. Und jede Änderung auf einem Blockschaltbild sei jetzt eine große Herausforderung: man müsse feststellen, dass auf anderen Seiten die Änderung aus widerspiegelt wird. Die Ingenieure sahen dafür keine Lösung und brauchten Unterstützung der Initiativgruppe.

Die Initiativgruppe identifizierte diesen Bedarf (Vorbereitung zu Bedarfserhebung ist im Kapitel 6 beschrieben) und schlug vor, ein Architekturmodellierungs-Tool in dem Entwicklungsprojekt zu pilotieren. Im Rahmen des laufenden Transformationsprogramm musste ein bestimmtes Tool mit einem Architekturgestaltungsframework und Architekturmodellierungssprache ausgerollt werden, allerdings aber nur im nächsten Baureihe-Projekt. Also, der heutige Bedarf des Lenkrad-Teams wäre damit nicht abgedeckt.

Deswegen vereinbarten die Initiativgruppe und das Lenkrad-Team, eine Pilotierung des Architekturmodellierungstools durchzuführen. Ziele dieser Aktion waren:

- Das Lenkrad-Team mit einem Architekturmodellierungstool bekannt zu machen, so es für zukünftiges Tool bereit wird.
- Initiative dem Lenkrad-Team zurückzugeben, um ihre Anforderungen an Unterstützungssysteme zu berücksichtigen.
- Das geplante Vorgehen der Initiativgruppe zu erproben.

Um die Ziele zu erreichen, wurden folgende Maßnahmen verwirklicht:

- Konkretere Bedarfe des Lenkrad-Teams wurden aufgeschrieben.
- Bedarfe anderer kritischen Stakeholder wurden aufgeschrieben.
- Die Liste der Bedarfe, Stakeholder und ihrer Repräsentanten wurde ereignisbasiert aktualisiert (wenn Initiativgruppe erfuhr, dass jemand neuer sich in die Initiative einmischen will, wurde erstmal geklärt, welche Rolle er in der Initiative haben darf und warum).
- Vier verschiedene Tool-Kandidaten wurden ausgewählt, die Tool-Vendor oder interne Experten demonstrierten dem Lenkrad-Team diese Tool-Kandidaten.
- Das Lenkrad-Team verteilte Punkte jedem Tool-Kandidaten laut der früher aufgeschriebenen Bedarfen (als Inspiration nutzte der Autor folgende Papers über Tradeoff-Analyse für diese Maßnahme: (Daniels, Werner, & Bahill, 2001), (Mavris, Griendling, & Dickerson, 2013), (Cilli & Parnell, 2014)).
- Das Tool-Kandidat mit mehr Punkten wurde für Pilotierung ausgewählt.

7.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Folgendes wurde im Projektumfeld entdeckt:

- Die Kultur im Unternehmen unterstützte die beschriebene Bottom-Up-Initiative nicht.
- Der Autor als Leiter der Initiativgruppe musste sowohl die Initiativgruppe als auch Ingenieure des Lenkrad-Teams überzeugen, dass ihre Bedarfe wichtig sind, dass sie ein Tool wählen und pilotieren dürfen.

- Es war eine Herausforderung, das Lenkrad-Team zu überzeugen, die Pilotierungsinitiative ihrem Manager vorzustellen und um bestimmte Unterstützung zu bitten.
- Das Unternehmen unterstützte auch prozessmäßig die beschriebene Bottom-Up-Initiative nicht.
- das Lenkrad-Team besaß kein Budget für Pilotierung der Arbeitsmittel, auch wie die ganze Hauptabteilung (laut Information von Dritten Personen, es gab früher das Budget für Forschung bei Hauptabteilungen, das auch für solche Initiativen man nutzen durfte; das Budget wurde von Hauptabteilungen weggenommen).
- Der Freigabe-Prozess für Nutzung eines neuen IT-Tools war eine große Hürde in der Initiative, weil er nur Betriebsnutzung der Tools unterstützte.
- Je mehr das Lenkrad-Team sich in die Initiative involvierte, desto mehr Interesse es an das große Transformationsprogramm des Unternehmens und an die Tätigkeit der Initiativgruppe zeigte.
- Das Lenkrad-Team begriff seinen Einfluss auf eigene Arbeitsweise und fühlte sich berechtigt, eigene Meinung zu Unterstützungssystemen zu äußern.

Folgende Schlussfolgerungen wurden gemacht:

- Bottom-Up-Initiativen sind für große Transformationsprojekte wichtig, weil sie bei Mitarbeitern Verantwortung für ihre Vorgehensweisen aufwecken.
- Bottom-Up-Initiativen helfen realen kulturellen Stand im Unternehmen zu entdecken.
- das Management muss offen die Bottom-Up-Initiativen unterstützen: sowohl mit Wörtern (z.B. mit dem Auftritt auf Workshops) als auch mit Taten (z.B. mit Budget und KPIs für Mitarbeiter).
- OMG Essence hilft nächste Schritte im Projekt zu definieren und Stolpersteine zu identifizieren.

8 Top-Down-Transformationsprojekt

Im Buch „Integrating Program Management and Systems Engineering“ (Rebentisch & Prusak, 2017) im Kapitel 14.5 „Managing Change in Engineering Program Organizations: Boosting Productivity in BMW's Engineering Department“ geht es um das Dilemma, wie strategische Initiativen des E-Ressorts zu verwirklichen. Entweder entscheidet die Unternehmensleitung, welche Projekte auszuführen, und erteilt dem Management Befehle, oder wird das Management von der Unternehmensleitung befähigt, Probleme selbst zu identifizieren und zu lösen. Der dritte Weg (die Kombination von den beiden Vorgehen) wurde ausgewählt.

Solche Kombination versuchte auch die Initiativgruppe zu verwirklichen. Die Bottom-Up-Transformationsinitiativen (wenn die Initiative - Identifikation eines Problems - von unten der Organisationsstruktur kommt) und ihre Besonderheiten sind im Kapitel 7 beschrieben.

In diesem Kapitel beschreibt der Autor eine der Top-Down-Initiativen: warum sie notwendig war, wie sie gelaufen ist, was waren die Stolpersteine und wie man sie beseitigen konnte.

8.1 Projektsituation: Stilllegung einer Datenbank und Migration der Daten

Die Fahrwerk-Hauptabteilung bestand aus Abteilungen, die nicht nur für verschiedene Anteile des Fahrwerks zuständig waren (z.B. Achse, Bremse), sondern auch für bestimmte Aspekte der Fahrwerkentwicklung (z.B. Fahrdynamik) und auch für unterstützende Unternehmensaspekte (z.B. Technische Konformität, was sowohl das Fahrwerk an sich als auch die Vorgehensweisen in der Hauptabteilung betrifft). Trotzdem gab es in der Fahrwerk-Hauptabteilung einige technische Prozesse (im Sinne der ISO 15288), die für die ganze Hauptabteilung galten. Ein solcher Prozesse war Verwaltung der Prüfdokumentation (Anteil von Verifikation und Validierung im Sinne der ISO 15288).

Dieser Prozess diente vor allem folgenden Zielen:

- Planung und Vorbereitung der Prüfmaßnahmen (vor Etablierung des Prozesses dauerte die Planung und Vorbereitung länger, weil keine Ergebnisse der Arbeit von früheren Projekten gesammelt wurden und katalogisiert zur Verfügung standen)
- Vorstellung der Prüfergebnisse den Zertifizierungsbehörden (vor Etablierung des Prozesses waren „Lessons Learned“ nach Austausch mit Zertifizierungsbehörden nicht zentral gesammelt, kein Prozess wurde

nach den „Lessons Learned“ verbessert - weil es keinen zentralen Prozess gab)

Für die Gestaltung des Prozesses war eine Arbeitsgruppe auf der Ebene der Hauptabteilung zuständig. Diese Gruppe leitete ein renommierter erfahrener Ingenieur, der in allen Abteilungen der Fahrwerk-Hauptabteilung respektiert wurde.

Der Prozess war einige Jahre alt, als der Autor dieser Arbeit ihn kennenlernte. Die Unterstützungssysteme für den Prozess entsprachen der Realität der Zeiten seiner Gestaltung: Dokumente musste man ausdrucken, auf Papier unterschreiben, scannen und in einer IT-Datenbank hochladen. Trotz der veralteten Unterstützung nutzten alle Mitarbeiter die Ergebnisse des Prozesses gerne, unterstützten und wertschätzten ihn und sahen darin großen Mehrwert.

Der Prozess (sowohl seine Beschreibung als auch Beweise seiner Ausführung in Projekten) blieb einige Jahre unverändert, als der Autor dieser Arbeit ihn kennenlernte. Man musste ihn kennenlernen, weil der Lieferant der IT-Datenbank ihre Unterstützung aufgehört hatte, und die neu kommenden Betriebssysteme wären mit der IT-Datenbank nicht mehr kompatibel.

Ein klarer Bedarf war da: der Prozess muss weiterleben, auch wenn die alte IT-Datenbank ihn nicht mehr unterstützen kann. Diesen Bedarf erkannten die meisten Mitarbeiter der Hauptabteilung.

Die Initiativgruppe beschloss, diesen Bedarf zu beantworten.

8.2 Projektsituation: das Team, das Lebenszyklusmodell und die Vorgehensweise

Auch wenn der Bedarf von den meisten Abteilungen anerkannt wurde, hat keine von den Abteilungen die Initiative geäußert, den Bedarf zu beantworten.

Das kann man von zwei Standpunkten erklären. Erstens, jeder wusste, wie der Prozess etabliert wurde. Es gab eine abteilungsübergreifende Arbeitsgruppe auf der Ebene der Hauptabteilung, die direkt von dem Hauptabteilungsleiter beauftragt wurde, den Prozess zu etablieren. Zweitens, der Prozess gehörte auch keiner einzelnen Abteilung: jeder nutzte ihn, keiner fühlte sich weder berechtigt noch befähigt, diesen Prozess zu ändern.

Das war eine Möglichkeit für die Initiativgruppe - als abteilungsunabhängige Einheit - den Mehrwert der Hauptabteilung zu bringen.

8.2.1 Das Lebenszyklusmodell

Die Initiativgruppe hatte eine Wahl aus zwei verschiedenen Vorgehensweisen und Lebenszyklusmodellen. Entweder erst mit allen Beteiligten abzustimmen, dass die Initiativgruppe den Bedarf beseitigen wird, wie das Migrations- und Betriebskonzept aussehen wird, und nur dann mit der Lösung anfangen (die neue IT-Datenbank wählen - vielleicht mit Tradeoff-Analyse; Prototype erstellen, von Nutzern sie abnehmen lassen). Oder sofort mit Prototypen und demonstrierbaren Entwürfen der Lösungen in die Diskussionen mit Stakeholdern gehen (was bedeutete, erstens diese Prototype erstellen). Auch wenn der zweite Weg mit bestimmten Risiken verbunden war (die Vorleistung für Prototyperstellung wird verloren, wenn die Stakeholder die Initiativgruppe als Projektleiter nicht akzeptieren), beschloss die Initiativgruppe ihn zu gehen.

Dieser Beschluss hatte folgende Begründung:

- die Initiativgruppe war in der Hauptabteilung als Projektleiter für solche Arbeit noch nicht akzeptiert: weder operative Mitarbeiter noch das Management wusste, dass die Initiativgruppe dazu fähig ist;
- es gab kein abgestimmtes Vorgehen für solche Arbeiten zwischen der möglichen Projektmannschaft und der Hauptabteilung (also, man musste auch das Vorgehen abstimmen).

In solchen Umständen wären die Risiken der Leistung, ohne das Ziel zu erreichen, für das erste Vorgehen wahrscheinlicher: wenn eine Gruppe der Menschen ohne Vertrauen Blaupausen statt demonstrierbaren Ergebnissen zeigt, ist ihr schwer, dieses Vertrauen für weitere Arbeit zu gewinnen.

Vom Standpunkt der Lebenszyklusmodelle hatte die Initiativgruppe die Wahl zwischen einem Wasserfall-Lebenszyklusmodell (erst die Stakeholder identifizieren, alle Vereinbarungen und Anerkennungen mit ihnen schaffen, dann ihre Bedarfe vollständig aufnehmen und so weiter) und einem iterativen Lebenszyklusmodell. Autors Meinung nach, beschreibt das Spiral-Modell von Barry Boehm (Boehm, 2014) am besten das Vorgehen, welches die Initiativgruppe auswählte.

8.2.2 Das Team

Das Projektteam bestand am Anfang aus einigen Initiativgruppe-Mitgliedern und dem Verantwortlichen für die veraltete IT-Datenbank. Die ersten Teammitglieder hatten genug technische Fähigkeiten, um Informationen aus der alten Datenbank zu nehmen, eine neue IT-Datenbank aus den im Unternehmen verwendeten Datenbanken auszuwählen und einen demonstrierbaren Prototyp zu erstellen. Was dem Projektteam fehlte, ist ganzheitliches Verständnis des Prozesses, den die IT-Datenbank unterstütze.

Um den Prozess zu verstehen, sprach das Projektteam mit Fachexperten aus einigen Abteilungen. Somit wurden sie auch zum Teil des Teams.

Nachdem dem Projektteam der Prozess klar genug wurde, erstellte es einen Prototyp mit einer Teilmenge der Informationen aus der alten Datenbank. Diesen Prototyp demonstrierte das Projekt einigen Abteilungsleitern und den Nutzern der alten Datenbank aus diesen Abteilungen. Während der Demonstration betonte das Projektteam, dass es Unterstützung von der Abteilung braucht: sowohl um Migration zu beschleunigen als auch für Abnahme der Migrationsergebnisse. So wuchsen das Projektteam und das Vertrauen in es weiter.

8.2.3 Die Vorgehensweise

In diesem Abschnitt erwähnen wir einige Werkzeuge, die die Vorgehensweise des Projektteams unterstützte.

Das System, das in Rahmen dieses Projektes angepasst wurde, war eigentlich nicht nur ein Prozess (eine Tätigkeit mit ihrer Beschreibung), sondern auch technisches und Software-Mittel (IT-Datenbank und IT-Infrastruktur), Information (Daten in der Datenbank) und das Personal (die Nutzer der alten Datenbank mussten nach dem Projekt weiter fähig sein, ihre Arbeit zu erfüllen).

Das technische und Software-Mittel war für das Projekt Handelsprodukte (COTS, Commercial-off-the-Shelf): neue Datenbanken waren schon im Unternehmen im Betrieb, also das Projektteam musste das am besten Passende wählen. Hier half damit eine Trade-Off-Analyse. Im Detail ist sie im Kapitel 7 dieser Arbeit beschrieben.

Um den Prozess zu dokumentieren und mögliche (unerwünschte) Änderungen zu beschreiben und zu bewerten, nutzte das Projektteam die Notation BPMN (Silver & Richard, 2009).

Vor der Beschreibung der Information musste das Projektteam erst verstehen, was welche Benennungen für die Nutzer bedeuten. Diese Aufgabe ist anders als einfache Beschreibung: es geht hier um das Verstehen der Ontologie (oder, mit anderen Wörtern, der fachspezifischen Sprache). Auch wenn die Daten nicht so tief in den Tabellen der relationalen Datenbank versteckt waren, musste das Projektteam ein ontologisches Modell entwickeln und beschreiben. Dafür nutzte das Projektteam das BORO-Vorgehen (Business Objects Reference Ontology) (Partridge, Business objects. Re-Engineering for re-use. 2nd Edition, 2005), vereinfacht für die Ziele des Projektes.

Um Stakeholder, Repräsentanten und ihre Bedarfe nicht zu vergessen (und gewünschte Stakeholder-Repräsentanten ins Projekt zu holen), führte das Projektteam eine Stakeholder-Liste in Excel-Tabelle.

Um mit der ganzen Hauptabteilung sich zu synchronisieren und das weitere Vorgehen im Projekt abzustimmen, nutzte das Projektteam regelmäßige Hauptabteilung-Runden. Einer solcher Auftritte in der Hauptabteilungs-Runde ist im Kapitel 9 dieser Arbeit beschrieben.

8.3 Theorie: Spiral-Modell von Barry Boehm, Business Objects Reference Ontology, GOST 34

8.3.1 Incremental Commitment Spiral Model von Barry Boehm

Das Incremental Commitment Spiral Model (ICSM) hat im Kern vier Prinzipien:

1. Stakeholder Value-Based Guidance (auf Stakeholder-Werten basierter Leitpfaden)
2. Incremental Commitment and Accountability (Inkrementelles Engagement und Verantwortung)
3. Concurrent Multidiscipline Engineering (Parallele multidisziplinäre Entwicklung)
4. Evidence and Risk-Based Decision (Evidenz- und risikobasierte Entscheidung)³⁰

Diese Prinzipien stimmen gut mit der Lage, in der die Initiativgruppe sich befand:

- Alle Projekte der Initiativgruppe sollten den Mitarbeitern der Hauptabteilung dienen, die Mitarbeiter der Hauptabteilung hatten Veto-Recht auf Implementierung der Entwürfe von der Initiativgruppe
- Die Initiativgruppe hatte nicht genug Vertrauen in der Hauptabteilung, um für den ganzen Datenumzug von Anfang des Projektes zuständig zu werden. Sie hatte aber genug Vertrauen gewonnen, um Prototypen mit Unterstützung der Mitarbeiter der Hauptabteilung zu entwickeln
- Das Projektteam war klein, es gab keine Möglichkeit, tiefe Teilung der Arbeit zu haben. Das Team musste multidisziplinär arbeiten
- Die Initiativgruppe hatte eingeschränkte Ressourcen, konnte nicht Risiken gut bewerten und große Risiken tragen. Es war wichtig, basierend auf konkreten Evidenzen Entscheidungen für weitere Inkremente zu treffen und Risiken nur für kleine Stücke Arbeit bewerten.

Um das ganze Buch hier nicht zu zitieren, betonen wir in diesem Abschnitt, dass das Buch von Barry Boehm et al nicht nur die Methode ausführlich beschreibt, sondern auch mehrere Fallstudien vorstellt.

Graphisch kann man ICSM wie folgend darstellen.

³⁰ Sinngemäßes vom Englischen übersetztes Zitat aus (Boehm, 2014), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

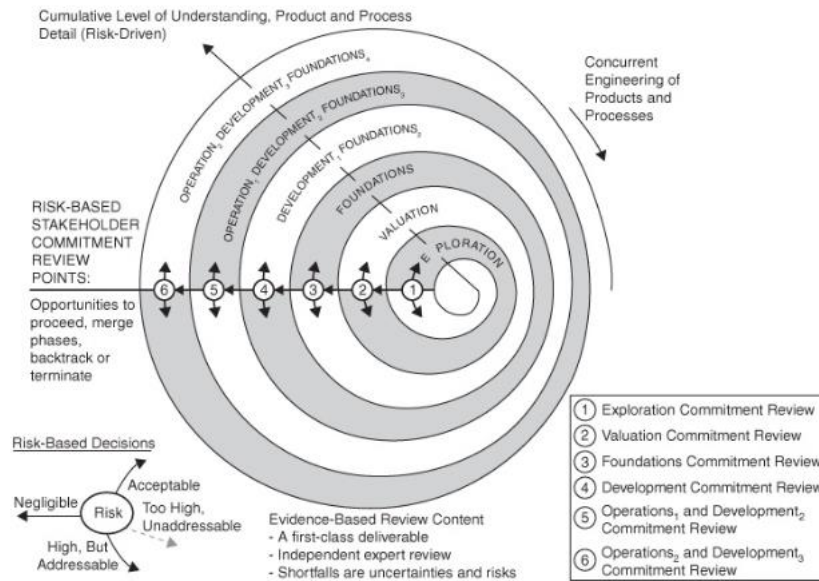


Abbildung 10. The Incremental Commitment Spiral Model. Zitat aus dem Buch (Boehm, 2014), Figure 0-2.

8.3.2 Business Object Reference Ontology (BORO) von Chris Partridge

Business Object Reference Ontology (BORO) (Partridge, Business objects. Re-Engineering for re-use. 2nd Edition, 2005) ist eine Methode für Entwicklung der ontologischen Modelle. Sie wurde von Chris Partridge et al entwickelt, um Modernisierung alter Datenbanken zu unterstützen.

Eine große Herausforderung in alten Datenbanken ist das Format der Datenverwaltung, der von analogen Mitteln geerbt wurde. Wegen der Einschränkung der zweidimensionalen Tabellen, die auch in Datenbanken implementiert wurden, speicherte man Daten in einer Form, die auf Business-Ebene (oder - mit anderen Wörtern - für Menschen) nicht mehr verständlich war. Die für das Geschäft interessante Objekte ihre Attribute so verändert, dass die Datenmigration oder Verbindung unterschiedlicher Datenbanken sehr herausfordernd war.

BORO löst dieses Problem. Die Methode schlägt ein Vorgehen vor, um von stark veränderten digitalisierten Daten für Business wertvolle Information „herauszufischen“. Ein wichtiges Merkmal der Methode ist Existenz der Objekte in der Raumzeit. Also, die Methode erkennt 4-dimensionale Objekte und ermöglicht sie zu unterscheiden. Diese Besonderheit ist mit Beispielen in Tutorial (Partridge & de Cesare, Ontology-Driven Re-engineering of Business Systems, 2013) und in einem Paper „BORO as a Foundation to Enterprise Ontology“ (de Cesare & Partridge, 2016) beschrieben. Wir stellen diese Beispiele weiter vor.

Klassische 3D-Vorgehensweise erlaubt uns nicht zwischen einem Thomas und dem Thomas als Mitarbeiter einer Firma während eines bestimmten Zeitraums zu unterscheiden. Es gibt nur einen Thomas. 4D-Methode BORO unterscheidet diese zwei Objekte ganz klar. Noch ein Beispiel: es gab in der Welt eine Person

Konrad Adenauer. Und es gibt eine Stelle „Bundeskanzler“. Diese zwei Objekte haben irgendwelche Beziehung, aber welche? BORO gibt eine klare Antwort auf die Frage: diese zwei 4D-Objekte hatten eine temporäre Überlappung. Es gab eine Etappe im 4D-Objekt „Bundeskanzler“ und eine Etappe im Objekt „Konrad Adenauer“, und diese Etappe war für beide Objekte gleich.³¹

Die Methode ist gut im Buch "[[RE-ENGINEERING FOR RE-USE - 2ND EDITION]]" beschrieben. Sie hat auch internationale Normengestaltung beeinflusst (z.B. die ISO 15926 Norm ist von BORO stark beeinflusst).

Natürlich, die Vorgehensweise war für das Projekt der Initiativgruppe Übermaß, aber sie half bei Verständnisdiskussionen mit Fachexperten und beschleunigte das Verstehen des Informationsmodells in der alten IT-Datenbank.

8.3.3 GOST 34

GOST 34 (ГОСТ 34) ist ein sowjetischer Komplex der Standards für Automatisierungssysteme. Er wurde in 90er Jahren von GOST (Gosudarstwennij Standart – „der staatliche Standard“, die sowjetische Normierungseinheit) als Pflichtnorm entstanden. Der Zweck der Normen im Komplex war es, detailliert Entstehungsetappen, Prozesse und Dokumentation der Systeme zu beschreiben, die für Bearbeitung der Information geeignet wären. Zu Bestandteilen der Automatisierungssysteme gehören Zieltätigkeit, technisches Mittel, Software-Mittel, Information und Personal.

Wie viele sowjetische Normen gehen die Normen des Komplexes GOST 34 sehr tief: sie stellen eine ganz konkrete Leitplanke dar. Dieses Detaillierungsgrad hat seine Vor- und Nachteile. Zu Vorteilen gehört der Fakt, dass diese Normen als eine praktische Arbeitsanweisung dienen können. Zu Nachteilen - als Pflichtnormen für z.B. Zusammenarbeit zwischen den staatlichen Auftraggebern und Lieferanten - erlaubt diese Norm wenig Flexibilität.

Im Komplex sind diverse Standards (z.B. Arten der Dokumente (ISC, 2021), Terminologie (Стандартинформ, 1990) , (ISC, 1996), Etappen der Gestaltung der Automatisierungssysteme (ГОСТ, 1992), Spezifikation für Automatisierungssysteme (ISC, 2021), Prüfungsarten für Automatisierungssysteme (ГОСТ, 1992)), Methodische Hinweise („Anforderungen zu Inhalten der Dokumente“ - de-facto Vorlagen der Dokumente (ГОСТ, 1990)) und Empfehlungen (Vorbereitung der Arbeit während der Entwicklung der Automatisierungssysteme (ГОСТ, 1992)).

Das System, welches die Initiativgruppe gestalten sollte, gehörte zu Automatisierungssystemen. Für das Projektteam diente der Komplex GOST 34

³¹ Sinngemäßes vom Englischen übersetztes Zitat aus (de Cesare & Partridge, 2016), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

als Bibliothek des Wissens: einige Vorlagen der Dokumente, Etappen oder Prinzipien wurden aus dem Komplex mit Anpassung geerbt.

Leider existiert der Komplex GOST 34 nur auf Russisch. Übersetzung der Dokumente aus dem Komplex sind außer Rahmen dieser Arbeit.

8.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Wenn ein Bedarf keiner konkreten Organisationseinheit gehört, sondern über mehrere Organisationseinheiten verteilt ist, dann muss dieser Bedarf in einem übergeordneten Projekt befriedigt werden.
2. Wenn ein Projektteam nicht genug Vertrauen hat oder die Stakeholder lange an solchen Projekten nicht teilgenommen haben, ist es besser, früher demonstrierbare Ergebnisse zu gestalten und damit Engagement und Vertrauen zu gewinnen. Ein gutes solches Vorgehen ist Incremental Commitment Spiral Model.
3. Das Vorgehen „Business Object Reference Ontology“, auch vereinfacht, hilft schneller das Datenmodell und die Ontologie zu verstehen.
4. Die Standards „GOST 34“ ist ein wertvoller Werkzeugkasten mit sehr konkreten Empfehlungen für Gestaltung der Automatisierungssysteme. Die Hinweise aus dem Kasten kann man an heutige Projektsituation anpassen.

9 Kulturveränderung im Unternehmen

Das Vorgehenskonzept der Initiativgruppe unterstützte sowohl Bottom-Up- (siehe Kapitel 7) als auch Top-Down-Initiativen (Kapitel 8).

Die ersten Initiativen sollten allen Mitarbeitern es erlauben, aktiv an der Transformation und Verbesserung ihrer Arbeitsweise teilzunehmen. An den Stellen, die nur ein Projektteam oder die kleinste organisatorische Einheit betreffen, durften die Mitarbeiter der Hauptabteilung Herausforderungen identifizieren, Lösungen erarbeiten und diese Lösungen umsetzen.

Die Top-Down-Initiativen sollten solche Herausforderungen beseitigen, die mehrere organisatorische Einheiten betreffen.

Hier - in diesem Kapitel - beschäftigen wir uns mit einer Besonderheit der Unternehmenskultur. Der Autor befasste sich mit einigen Beispielen des passiv-aggressiven und manchmal offen aggressiven Verhaltens und Folgen dieses Verhaltens im Unternehmen. Basierend auf diesen Beispielen und seltenen Ausnahmen stellte der Autor fest, dass offen aggressives (seltener) und passiv aggressives (öfter) Verhalten - der Stand der Kultur im Unternehmen ist. Der Autor betrachtete auch keine etablierte Institutionen - weder formelle noch informelle - die der Veränderung der Kultur gewidmet waren.

Soweit solche kulturellen Besonderheiten Änderungen im Unternehmen stören, traf der Autor die Entscheidung, wo möglich die Kultur zu ändern und die Institutionen zu etablieren, die ohne Autor diesem Ziel dienen würden.

In diesem Abschnitt untersuchen wir ein plakatives Beispiel des offen aggressiven Verhaltens. Nach dem Beispiel schauen wir ein Framework für Kulturänderungen und überlegen, wer von welcher Stelle was für die Kulturänderung tun kann.

9.1 Projektsituation: Angst, Initiative, Blamage und Enttäuschung

Eine der Top-Down-Initiativen brauchte Zustimmung mehrerer Personen in der mit einer führenden Rolle. Die Initiativgruppe bereitete einen Prototyp der Lösung vor, stimmte ihn mit Mitarbeitern der Abteilungen ab. Es kam die Zeit, den zustimmenden Personen den Prototyp vorzustellen und somit die Zustimmung für weitere Arbeiten zu holen.

Den Prototyp, die Zwischenergebnisse der Migration und die weiteren Schritte stellte den Führungskräften ein Mitarbeiter der Hauptabteilung vor.

Ein Missverständnis (der Vortragende bat um eine gemeinsame Meinung der Abteilungsleiter oder um Vorstellung der Interessen aller Abteilungen von einem Leiter, so die Mannschaft das weitere Vorgehen mit ihm abstimmen konnte; die

Angesprochenen nahmen es wahr als eine Bitte, einen Verantwortlichen von oben zu ernennen) führe dazu, dass die Ziele nur teilweise erreicht wurden. Die Führungskräfte wurden über den Stand der Dinge informiert. Weitere Vorgehensweise wurde nicht abgestimmt. Die wahrgenommene (nicht die ursprüngliche) Bitte wurde in der großen Runde mit einem Hinweis abgelehnt, dass so eine Bitte der Kultur des Unternehmens nicht entspreche.

Nach dem Auftritt im Termin telefonierte der Autor mit dem Vortragenden. Autors Wahrnehmung der Laune vom Vortragenden war wie folgend. Der Vortragende war von seinem Auftritt enttäuscht und fühlte sich auch blamiert. Seine Schlussfolgerung war es, dass die Initiativen nicht willkommen sind. Seine erste emotionale Entscheidung war es, an solchen Initiativen nicht mehr teilzunehmen und nur sich mit den Sachen beschäftigen, die notwendig sind.

Der Autor äußerte Mitgefühl und Mitleid dem Vortragenden. Er betonte erst die Wichtigkeit der Initiative des Vortragenden. Das half den emotionalen Kontakt aufzubauen: der Vortragende fühlte sich sicherer, seine Emotionen waren nicht mehr so stark ausgeprägt. Weiter betonte der Autor, dass die Nachricht von dem Vortragenden ganz anders war, als die Runde sie wahrgenommen hat. Somit zeigte der Autor, dass er die Intension des Vortragenden versteht. Dann besprachen der Autor und der Vortragende die Mitteilung der Führungskräfte zusammen. Die beiden stellten fest, dass die Intension von Führungskräften positiv wäre: sie wollen produktive Kultur in seinem Bereich schaffen und keine Rolle der zentralen Befehlsinhaber bei sich behalten. Ihnen wäre es wichtig, dass seine Mitarbeiter direkt miteinander Fragen abstimmen können. (Hier stellten der Autor und der Vortragende fest, dass sie den Führungskräften die Arbeit der Initiativgruppe nicht ganz klar vorgestellt hatten).

Zu guter Letzt, stimmten der Autor und der Vortragende ab, weiter die Initiative zu betreiben.

9.2 Theorie: Ein Framework für Veränderung der Kultur

Das Framework für Beherrschung des unbewussten Abwehrverhalten besprachen wir im Kapitel 4. Dieses Framework half dem Autor während des Debriefings nach dem Auftritt im Termin mit Führungskräften. Es hilft mit interpersonalen Diskussionen: damit kann man gut das Verhalten von sich selbst und eines anderen Menschen justieren. Wie geht es aber mit der Kultur: mit dem Verhalten einer Gruppe der Menschen? Wie hätten die Führungskräfte sein Ziel effektiver erreicht?

In diesem Kapitel stellt der Autor ein eigenes Framework und das Vorgehenskonzept vor, die diese Fragen beantworten.

9.2.1 Drei funktionellen Bereiche des Gehirns und ihr sozialer Kontext

In 1960ern stellte US-amerikanischer Arzt und Neurowissenschaftler Paul D. MacLean sein Modell des Gehirns vor. Dieses Modell – „Triune Brain“ (oder „dreieiniges Gehirn“ auf Deutsch) genannt - ist im Buch „Behave“ (Sapolsky, 2018) (Abschnitt „Three metaphorical (but not literall) layers“ des 2. Kapitels „One Second Before“) vom US-Amerikanischen Neuroendokrinologieforscher und Autor Robert Sapolsky zusammengefasst und in dem Buch von Paul D. MacLean „The Triune Brain in Evolution“ (MacLean, 1990) detailliert beschrieben.

Es gebe im Gehirn drei funktionelle Bereiche:

- der älteste Anteil des Gehirns - das protoreptilische Gehirn, auch Basalganglien genannt. Diesen Bereich findet man in unterschiedlichsten Lebewesen: von Geckos bis Menschen. Er ist für automatische Regelungsfunktionen zuständig. Wenn Temperatur des Körpers sinkt, befiehlt der Bereich den Muskeln zu zittern.
- der zweite Bereich, der später sich bei Säugtieren entwickelte - das paläomammalische Gehirn, auch limbisches System genannt. Dieser Bereich ist für Emotionen zuständig. Wenn wir etwas Schreckliches sehen, dann schickt der Bereich dem ersten Bereich einen Befehl, und wir zittern wieder, aber wegen Emotionen und Gefühle. Bei Ratten, wenn es nach einer Katze riecht, dann befiehlt der Bereich dem ersten Bereich, eine Stress-Reaktion zu initiieren.
- der dritte und der jüngste von allen drei - der Neokortex-Bereich (oder das neomammalische Gehirn). Dieser Bereich gibt es bei Primaten. Kognition, Gedächtnisspeicherung, Sinnesverarbeitung, Abstraktionen, Philosophie, Nabelschau - all das passiert hier.³²

Wie Sapolsky in seinem Buch betont, man müsse nicht dieses Modell buchstäblich verstehen. Es kann aber als gute Absprungbasis für Vertiefung in konkrete Details und Zusammenhänge im Gehirn dienen. Vom Standpunkt der Systems Ingenieure wäre dieses Modell eine funktionelle Beschreibung, die Verhaltenseinheiten und Beziehungen zwischen ihnen darstellt, ohne konkrete Elemente hinter dem Verhalten zu berücksichtigen.

Wir platzieren dieses Modell in einen sozialen Kontext - in dem jeder Mensch sich befindet. Für uns wäre der beruflich-soziale Kontext interessant: derjenige, den ein Mensch im Büro täglich trifft. In diesem Kontext finden wir formelle Termine mit Chefs und Kollegen, informelle Treffen in der Küche oder im Raucherraum, selbstständige Arbeit des Menschen am Arbeitsplatz und Zusammenarbeit mit anderen.

³² Sinngemäßes vom Englischen übersetztes Zitat aus (Sapolsky, 2018), übersetzt vom Autor der Studienarbeit.

9.3 Theorie: Änderung des beruflich-sozialen Kontextes - Kulturänderung

Nehmen wir in erste Näherung an, dass unser beruflich-sozialer Kontext im Unternehmen und Unternehmenskultur das Gleiche sind. Wie kann man den sozialen Kontext ändern, was kann dabei stören und was kann dabei helfen?

Erstens, der Kontext kann nicht von sich selbst ändern: diese Änderung bedarf einen Agenten: einen Mitarbeiter. Nehmen wir die Stellung eines Mitarbeiters an, der aus irgendeinem Grunde (entweder wegen seiner formellen Rolle oder wegen seiner internen Motivation) dieser Agent ist. Sein beruflich-sozialer Kontext ist passiv oder offen aggressiv.

Erste Herausforderung ist es, zu lernen, sich von dem Kontext zu schützen und das aggressive Verhalten nur in kritischen Situationen auszuüben. Das bringt uns zum Bedarf der bewussten Bewertung der Situation und der bewussten Entscheidung für ein bestimmtes Verhalten. Die Mechanismen dafür sind im Kapitel 4 beschrieben. Auf unserem Schema kann man das so darstellen, wie auf der Abbildung 11.

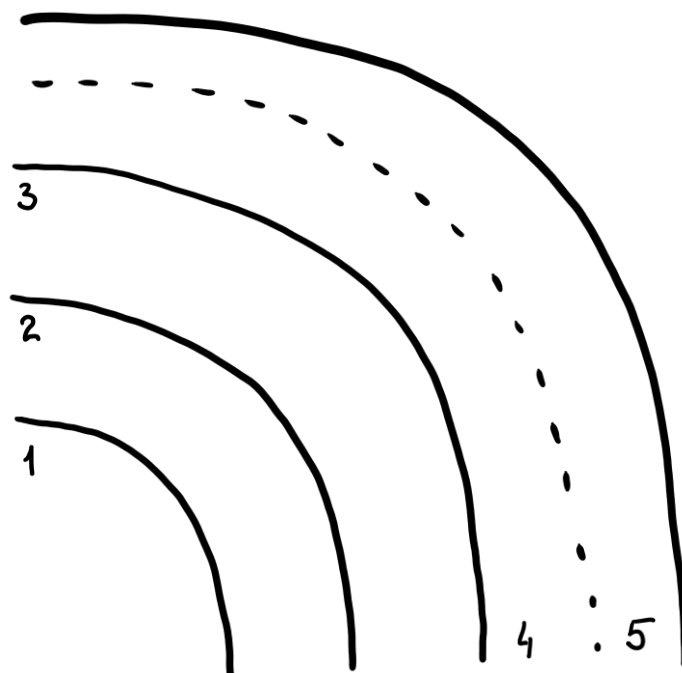


Abbildung 11. Framework für Kulturänderung.

Der 1. Bereich ist das protoreptilische Gehirn. Der 2. Bereich ist das paläomammalische Gehirn. Der 3. Bereich ist das neomammalische Gehirn. Der 4. Bereich ist beruflich-sozialer Kontext. Der 5. Bereich ist sozialer Kontext (alles außerhalb der beruflichen Umgebung).

Wenn der Mitarbeiter gelernt hat, eigene Emotionen wahrzunehmen, sie nicht automatisch in das Verhalten zu konvertieren, kann er bewusst entscheiden,

welches Verhalten er nach außen demonstrieren wird. Somit hat er die Wahl zwischen dem aggressiven und dem produktiven Verhalten. Mit dem Framework erklärt, bedeutet das, dass der Mitarbeiter den 3. Bereich aktivieren kann und nicht nach Signalen vom 2. Bereich agiert. Die Arbeit des 3. Bereiches bedarf mehr Körperenergie als die Arbeit des 2. Bereiches. Außerdem kann man den 3. Bereich nicht aktivieren, wenn man sich in Gefahr fühlt. Diese Gefahr kommt entweder aus den 4. und 5. Bereich (also, objektive Gefahr, die real existiert), aber auch wegen der falschen Interpretationen (wozu der 2. Bereich zuständig ist).

Wenn der Mitarbeiter das produktive Verhalten auswählt (mit dem 3. Bereich), lernt (mit Hilfe des 3. Bereiches passt seinen 2. Bereich an) und konsistent es in seinem beruflichen Leben demonstriert, dann wird er zum Agenten der kulturellen Änderungen in die Richtung „produktives Verhalten“ (für andere Menschen schafft er sicheren 4. Bereich). Allein die konsistente Demonstration des produktiven Verhaltens und das Vorbild sind für kulturelle Änderung wesentlich. Hier betonen wir, dass sowohl positives als auch negatives Verhalten vorbildlich sein können.

Wie stark ist die Wirkung von so einem Vorbild? Wir können hier zwei Gruppen der Faktoren unterscheiden. Erste Gruppe befindet sich noch in dem beruflich-sozialen Kontext:

- welche formelle und informelle Stellung in der Hierarchie hat der Mitarbeiter? Stimmen sie miteinander?
- was sind die formellen und informellen Verhaltensregeln in dem Unternehmen? Stimmen sie miteinander?

Hier sind einige Beispiele der Faktoren und ihrer Wirkung. Wenn der Mitarbeiter eine Führungsposition hat und Führungskräfte in dem Unternehmen respektiert werden, dann hat sein Vorbild große Wirkung. (Der Mitarbeiter ist sowohl formell - wegen der Position, und informell - wegen der Wahrnehmung des Mitarbeiters, ein Teil der Führungskräfte). Wenn der Mitarbeiter eine formelle Position als Führungskraft hat und sich vorbildlich verhält, aber seine Kollegen mit ähnlicher Position dieses Verhalten nicht demonstrieren, dann wirkt seine formelle Position erst negativ auf die Wahrnehmung des Vorbildes.

Zweite Gruppe befindet sich im sozialen Kontext (oder, anders formuliert, in den kulturellen Besonderheiten der Gesellschaft). Diese Faktoren haben eine Wirkung auf die sozial-beruflichen Faktoren aus der Liste oben:

- sind in der Gesellschaft formelle Regeln wichtiger als informelle Regeln?
- ist die Gesellschaft mehr individualistisch oder kollektivistisch?

Wir können zwischen dem formellen und informellen beruflich-sozialen Kontext unterscheiden. Zu dem formellen Kontext gehören organisatorische Strukturen,

Strategie des Unternehmens, Prozesse und Regelungen, Werte des Unternehmens: die formell definierten und beschriebenen Fakten. Zu dem informellen Kontext gehört die Wahrnehmung der Werte und der Vision von Mitarbeitern, die Wahrnehmung der Mannschaft als einer Einheit, das Verhalten im Kollektiv.

Wenn die formellen und informellen Kontexte stimmen, unterstützen sie einander. Die neu kommenden Mitarbeiter passen sich dem Kontext an und nehmen die für sich neue Regeln wahr. Es ist nicht genug, nur gute formelle Regeln einzuführen. Wenn sie nicht gelebt werden, dann wird nicht nur der Wert dieser konkreten Regeln von Mitarbeitern unterschätzt, sondern auch der Begriff der Regel an sich.

Was bedeutet diese „Anpassung dem Kontext“? Wenn wir unser Framework nutzen, geht es um die Änderung im 2. Bereich des Gehirns. Es geht darum, dass die Majorität der Mitarbeiter die Wirkungen von außen für sich als nicht gefährliche wahrnehmen; dass die Automatismen, für die der 2. funktionelle Bereich im Gehirn zuständig ist, nicht zu dem aggressiven Verhalten führen.

Warum ist die Änderung der beruflich-sozialen Kontextes so wichtig? Wenn wir davon ausgehen, dass Menschen bewusst ihr Verhalten wählen können und nicht den Emotionen folgen müssen? Der Grund dafür ist Effektivität. Für die bewussten Entscheidungen ist der 3. funktionelle Bereich des Gehirns zuständig. Die Nutzung dieses Bereiches an sich kostet einem Menschen sehr viel Kraft. Die Überwindung der natürlichen Signale vom 2. Bereich („Ich habe von diesem Menschen Angst nur weil er früher aggressiv sich verhalten hatte“) und vom 1. Bereich („Die Umgebung ist objektiv gefährlich, ich muss weg“) kostet noch mehr Kraft. Zu guter Letzt, der 3. Bereich ist für Kreativität und technische Projektentscheidungen zuständig: wenn komplizierte und komplexe Aufgaben gelöst werden.

Wenn unsere Mitarbeiter mit der Angst, Sorgen und Gefahr kämpfen müssen, dann haben sie weniger Ressourcen, um technische Projektentscheidungen zu treffen. Es gibt weniger Ideen, weniger Möglichkeit von vielen technischen Lösungen bessere Lösung auszuwählen. Und, am Ende des Tages, ist die Qualität des Endproduktes schlecht.

9.4 Projektsituation: durch das Framework gesehen

In diesem Kapitel hatten wir ein konkretes Beispiel, wo ein Mitarbeiter mit der formellen Position „Führungskraft“ (der führende Mitarbeiter) mit dem Verhalten seines zugeordneten Mitarbeiters (der Vortragende) nicht zufrieden war, weil es seiner Vorstellung einer guten Unternehmenskultur nicht passte. Der Kultur, in welcher Mitarbeiter Fragen miteinander abstimmen und den Vorgesetzten nicht bitten, Aufgaben zu verteilen. Also Kultur der Offenheit, der Unterstützung und der Sicherheit.

Um das Verhalten des Mitarbeiters in der Zukunft zu ändern, hat der führende Mitarbeiter aktiv aggressives Verhalten verwendet. Somit demonstrierte er mit eigenem Vorbild eine andere Kultur, als er etablieren wollte. Außerdem weckte er in dem Gehirn seines Mitarbeiters das Abwehrverhalten (2. funktioneller Bereich), was zu Ablehnung weiterer Arbeit an dem Thema führte (der Mitarbeiter wollte sich von negativen Gefühlen so schützen).

Somit hat der führende Mitarbeiter nicht nur sein Ziel der Kulturänderung nicht erreicht, sondern auch die operative Arbeit behindert.

Ein besser passendes Verhalten für den führenden Mitarbeiter wäre es, sein Verständnis der Situation mit Fragestellung zu klären („Verstehe ich richtig, dass Sie...“) In dem konkreten Fall wäre das ganze Problem aufgelöst, weil die Wahrnehmung der Situation vom führenden Mitarbeiter falsch war. Aber wir gehen für den Sinn der Übung davon aus, dass der Vortragende wirklich seinen Chef nutzen wollte, um anderen Kollegen Aufgaben zu verteilen. Dann hätte der führende Mitarbeiter das ursprüngliche Ziel des Vortragenden (nicht die Verteilung der Aufgaben, sondern die Verbesserung der Arbeitsweise in der Mannschaft) erkannt, es positiv geschätzt und für die Initiative den Vortragenden gelobt. Als Nächstes sollte der führende Mitarbeiter der ausgewählte Weg zum Ziel kritisch betrachten und den besser passenden Weg entweder selbst vorschlagen oder den Vortragenden bitten, diesen Weg vorzuschlagen. In kritischen Fällen (wann die Kultur der offenen Rückmeldungen im Unternehmen nicht etabliert ist, und jede Rückmeldung als aggressives Verhalten wahrgenommen wird), wäre es richtig, im Tete-a-tete-Gespräch den letzten Schritt zu machen.

Somit konnte der führende Mitarbeiter sichere Umgebung für den Vortragenden schaffen. In dieser Umgebung hätte der Vortragende selbst bessere Wege und Lösungen identifizieren können.

9.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Auch in unsicheren aggressiven Umgebungen ist es möglich, bewusst sich offen und nicht aggressiv zu Verhalten. Dieses bedarf der aktiven Nutzung der 3. funktionellen Bereiches des Gehirns.
2. Der 3. funktionelle Bereich ist auch für Lösung der komplexen Aufgaben notwendig, die kreative Ansätze fordert. Ingenieurarbeit ist von ihrer Natur eine komplexe Tätigkeit, deswegen bedarf sie des 3. funktionellen Bereiches.
3. Der 3. funktionelle Bereich ist sehr energiebedürftig, seine Ressourcen sind nicht unendlich, sie muss man sehr sparsam verwenden.
4. Es ist naiv zu denken, dass jeder Mensch als Agent der Kulturänderung agieren kann. Man kann nicht von jedem erwarten, dass er bewusst seine

Emotionen beobachtet, das Verhalten kontrolliert, anderen damit helfen kann und als Vorbild agieren wird.

5. Es ist Aufgabe der Führungskräfte, Institutionen im Unternehmen zu etablieren, die der erwünschten Kultur entsprechen und die die Mitarbeiter bei Kulturänderung unterstützen.
6. Das Kulturänderungssystem muss sozialen Kontext im Unternehmen und im Lande berücksichtigen und diesem Kontext adäquat strukturiert werden.

10 Prozessvorlage für Entwicklung eines Ingenieurunternehmens

10.1 Problemstellung: was ist besser - ASPICE oder ISO 15288?

Während der Erarbeitung des Betriebskonzeptes und Schaffung der Projektrahmen stellte die Initiativgruppe fest, dass es außerhalb der Fahrwerk-Hauptabteilung einige Projekte gibt, die auch der Weiterentwicklung der Hauptabteilung gewidmet waren. Diese Projekte waren primär von der Prozess-Hauptabteilung ausgeführt und nutzen ASPICE-Prozessmodell (Process Reference Model) als die Vorlage für Unternehmensverbesserung.

Die der Initiativgruppe bekannten Projekte der Prozess-Hauptabteilung waren Top-Down-Projekte. Wenn im Rahmen dieser Projekte Mitarbeiter der Fahrwerk-Hauptabteilung teilnahmen, war diese Teilnahme mehr der Vorbereitung der Mitarbeiter zu Neuigkeiten gewidmet. Die Mitarbeiter hatten wenig bis keinen Einfluss auf die Vorgehensweise der Projekte, sie durften an Workshops dafür teilnehmen, um ihre Meinung zu äußern. Sie hatten aber keine formelle Möglichkeit, die Ergebnisse der Projekte zu kritisieren. Sicherlich hatten sie kein Veto-Recht auf die Ergebnisse.

Es gab auch keine Möglichkeit seitens Initiativgruppe die Projekte der Prozess-Hauptabteilung zu beeinflussen.

Deswegen beschloss die Initiativgruppe diese Projekte als etwas Gegebenes zu betrachten. Wenn es eine Gelegenheit für Zusammenarbeit und Synergie gab, dann mehr Zeit einem solchen Projekt zu widmen. Wenn das Projekt für die Hauptabteilung nutzlos oder schädlich war, dann bei Gelegenheit die negativen Effekte des Projektes zu beseitigen.

Die Projekte der Prozess-Hauptabteilung hatten sowohl explizite (die direkt mit ihrer Tätigkeit verbundenen) als auch implizite Einflüsse auf die Initiativgruppe und die Hauptabteilung. Ein der impliziten Einflüsse war die Überzeugung in der Hauptabteilung - sowohl bei operativen Ingenieuren als auch bei Führungskräften - dass ASPICE-Norm eine gute Norm für Unternehmensentwicklung sei. In der Fahrwerk-Hauptabteilung herrschte die Vorstellung, dass die Norm dafür geeignet sei, ist aber von Prozess-Hauptabteilung nicht korrekt dafür umgesetzt.

Ist ASPICE-Norm wirklich eine gute Norm für Unternehmensentwicklung? Welche Norm ist dafür besser geeignet: ASPICE oder ISO 15288? Wie kann man aus zwei ähnlich aussehenden Normen eine bessere Norm wählen? Diese Fragen beantworten wir in diesem Kapitel.

10.2 Projektgeschichte: ASPICE als Vorlage für Unternehmensentwicklung

Im Unternehmen, zu welchem die Fahrwerk-Hauptabteilung gehörte, wurde von einer externen Firma Prozessassessment durchgeführt. Ergebnisse dieses Assessments - Liste der Abweichungen von der gewünschten Reifegradebene jedes Prozesses - war der Input für Prozessverbesserungsprojekte. Die Mehrheit dieser Projekte wurde von Prozess-Hauptabteilung ausgeführt.

Die Prozess-Hauptabteilung nutzte das Prozessreferenzmodell aus ASPICE für ihre Prozessverbesserungsprojekte. Die Tätigkeiten dieser Projekte wurden nach diesem Prozessreferenzmodell geschnitten. Z.B. Diskussionen und Workshops mit Mitarbeitern der Fahrwerk-Hauptabteilung waren einem oder mehreren Prozessen aus dem ASPICE-Prozessreferenzmodell gewidmet. Als Ergebnis dieser Diskussion wäre eine Schritt-für-Schritt-Prozessbeschreibung eines Prozesses aus dem ASPICE-Prozessreferenzmodell. Diese Prozessbeschreibung sollte als Entwurf der zukünftigen Arbeit dienen.

Die Mitarbeiter, die zu Teilnehmern der Initiativgruppe der Fahrwerk-Hauptabteilung wurden, hatten auch eine Idee, ASPICE-Prozessreferenzmodell als Vorlage für Hauptabteilungsentwicklung zu nutzen. Die Initiativgruppe wurde sogar nach Prozessen von diesem Modell organisiert und bestand aus Teilteams, den ein oder mehrere Prozesse aus ASPICE-Prozessreferenzmodell gehörten.

Das Problem bei jeder Diskussion zwischen der Initiativgruppe und den Mitarbeitern der Fahrwerk-Hauptabteilung war es, die Prozesse aus Prozessreferenzmodell zu dem realen täglichen Leben im Projekt zuzuordnen. Es war schwer für die Mitarbeiter zwischen ihren Tätigkeiten solche zu finden und zu benennen, die den ASPICE-Prozessen entsprachen. Wenn aber das gelingt, dann war es den Mitarbeitern - und auch der Initiativgruppe - schwer, das ASPICE-Referenzprozessmodell als Quelle der Verbesserungsideen zu nutzen.

Häufig wurden folgende Fragen gestellt:

- Das Modell sagt, welche Ergebnisse im Falle dieses Prozesses nötig sind. Welche Inputs braucht dieser Prozess?
- Der Prozess besteht aus „Base Practices“. Wo kann ich herausfinden, wie solche auszuführen sind?
- Die Outcomes, die scheinbar als Anforderungen zu "Base Practices" sind oft nicht klar: wo kann man lesen, was sie bedeuten?
- Gibt es besseren Überblick, zu welchen Base Practices und Work Products ein Outcome gehört?

Der Autor erstellte ein digitales Architekturmodell von ASPICE-Prozessreferenzmodell, um den Zugriff auf Informationen aus der Norm zu erleichtern. Dies half aber nicht, die Zugangsbeschränkungen genug zu beseitigen, um ASPICE-Prozessreferenzmodell für Prozessverbesserung nutzbar zu machen.

10.3 Theorie: Systemdenken und Zweck der Normen ASPICE v. 4 und ISO 15288

10.3.1 Systemdenken

Holismus (oder „Ganzheitslehre“) - die methodische Grundlage für Systemdenken - ist schon in antikes Griechenland bekannt (z.B. (Popper, 2003)). Im Unterschied zu Reduktionismus, zwingt uns Holismus bei einer Analyse Beziehungen zwischen dem Objekt unseres Interesses und anderen Objekten zu identifizieren und zu verstehen; nicht das Objekt auf Teile durchzubrechen und diese Teile zu analysieren. Denn das Objekt sei sinnlos ohne Zusammenarbeit mit seinen Nachbarobjekten und ohne Betrachtung des gemeinsamen Zieles ihrer Zusammenarbeit (SEBoK, 2023), (System Innovation, 2015)

Im Gegensatz zu Aristoteles und Platon, der Holismus an den Begriff des Staates anwendeten (und zu Schlussfolgerung kamen, dass Individuen ohne Staat sinnlos sind - eine freizügige Zusammenfassung der Gedanken vom Autor dieser Arbeit), wenden wir Holismus und Systemdenken an zwei Normen an: ISO 15288 und ASPICE. Wir versuchen zu verstehen, ob diese Normen für Projekte der Prozessverbesserung geeignet sind.

Glücklicherweise jede sachgerechte Institution, die mit Normierung sich beschäftigt, stellt den Zweck einer Norm klar am Anfang des Dokuments fest. Untersuchen wir den Zweck der beiden Normen.

10.3.2 ASPICE v. 4

Im Abschnitt 1.1 Scope von ASPICE (VDA Working Group 13, 2023) steht es:

“Process assessment is a disciplined evaluation of an organizational unit’s processes against a process assessment model.

The Automotive SPICE process assessment model (PAM) is intended for use when performing conformant assessments of the process capability on the development of embedded automotive systems. <...>

Automotive SPICE has its own process reference model (PRM), which was developed based on the Automotive SPICE process reference model 4.5. <...>

The PRM is incorporated in this document and is used in conjunction with the Automotive SPICE process assessment model when performing an assessment.”³³

Aus diesen Sätzen können wir feststellen: der Zweck der ASPICE-Norm ist es, die Bewertung (Assessment) der Prozesse in einer organisatorischen Einheit. Um diesen Zweck zu unterstützen, besteht die Norm aus Prozessbewertungsmodell (process assessment model, PAM) und Prozessreferenzmodell (process reference model, PRM). Das Prozessreferenzmodell nutze man zusammen mit Prozessbewertungsmodell, wenn man Bewertung ausführt.

Nur im letzten Absatz des Abschnittes geht es um Indikatoren (indicators), die für bessere Interpretation des Prozessreferenzmodelles da sind. Diese Indikatoren kann man auch bei Prozessverbesserung nutzen.

“This Automotive SPICE process assessment model contains a set of indicators to be considered when interpreting the intent of the Automotive SPICE process reference model. These indicators may also be used when implementing a process improvement program.”³⁴

Dieser Aspekt ist außer Rahmen dieses Kapitels. Wir erwähnen aber, dass die ASPICE-Norm eine industrie-spezifische Norm ist und für Nutzung in Automobilindustrie geeignet sei.

Die Norm gibt keine ausführliche Auflistung der Systemtypen, für die sie geeignet ist. Wir nutzen stattdessen Definition von Systemelement (system element) aus dem Abschnitt 1.2 Terminologie ("1.2 Terminology"):

“System elements can be:

- Logical and structural objects at the architectural and design level. System elements can be further decomposed into more fine-grained system elements of the architecture or design across appropriate hierarchical levels.
- Physical representations of these objects, or a combination, e.g., peripherals, sensors, actuators, mechanical parts, software executables.”³⁵

10.3.3 ISO 15288:2023

Analysieren wir die Abschnitte Einführung ("Introduction") und 1. Rahmen ("1. Scope") der Norm ISO 15288:2023 (ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2023).

³³ Das Zitat aus (VDA Working Group 13, 2023).

³⁴ Das Zitat aus (VDA Working Group 13, 2023).

³⁵ Das Zitat aus (VDA Working Group 13, 2023).

Im ersten Abschnitt der Einführung steht es, dass das Prozessframework in der Norm für Beschreibung der System-Lebenszyklusprozesse und für Übernahme eines Systems-Engineering-Ansatzes geeignet ist.

“This document provides a common process framework for describing the life cycle of systems, adopting a systems engineering approach.”³⁶

Im zweiten Absatz der Einführung werden Arbeiten benannt, die im Fokus des Dokuments sind. Aus diesem Abschnitt ist es nicht klar, in was diese Befindung im Fokus bedeutet. Allerdings man kann den prozessualen Rahmen der Norm feststellen. Nur für einige Arbeiten steht es, dass die Norm sie zur Verfügung stellt:

“It provides the processes for acquiring and supplying systems.”³⁷

Ohne Inhalte zu sehen, können wir davon ausgehen, dass eigentlich alle erwähnten Arbeiten werden von der Norm zur Verfügung gestellt - also, sind in der Norm beschrieben.

Außerdem könne man die Norm für Bewertung und Verbesserung der Prozesse nutzen:

„Finally, this document provides the framework for assessment and improvement of the life cycle processes.”³⁸

Auch wenn dieser Aspekt außer Rahmen dieses Kapitels ist, erwähnen wir hier, welche Typen der Systeme unterstützt die Norm:

“This document concerns systems that can be configured with one or more of the following system elements: hardware elements, software elements, data, humans, processes, services, procedures, facilities, materials, and naturally occurring entities.”³⁹

10.3.4 Zusammenfassung der Analyse

Aus dieser Analyse der Einführung und Rahmen der beiden Normen können wir Folgendes feststellen:

- ASPICE ist für Bewertung der Prozesse geeignet
- Prozessreferenzmodell in ASPICE ist eine Erweiterung des Prozessbewertungsmodells, die bei Bewertung der Prozesse hilft

³⁶ Das Zitat aus (ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2023)

³⁷ Das Zitat aus (ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2023)

³⁸ Das Zitat aus (ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2023)

³⁹ Das Zitat aus (ISO/IEC JTC 1/SC 7, 2023)

- Nur ein Anteil von ASPICE ist für Projekte der Prozessverbesserung geeignet - die Indikatoren. Soweit der Zweck der Norm ist Prozessbewertung, können wir das als Nebeneffekt betrachten
- ISO 15288 ist industrieagnostische Norm und in dem Sinne ist ihr Rahmen breiter als der von der ASPICE
- ISO 15288 ist sowohl für Prozessverbesserung als auch für Prozessbewertung geeignet
- ASPICE ist für Prozessbewertung geeignet, das ist der Fokus der Norm. Deswegen stellt die Norm mehr Werkzeuge dafür zur Verfügung

10.4 Projektgeschichte: ISO 15288 als Vorlage für Unternehmensentwicklung

Wenn es klar wurde, dass ASPICE-Referenzprozessmodell für Prozessverbesserung in dem Projekt der Initiativgruppe nicht geeignet ist, hat die Gruppe beschlossen, ein anderes Prozessmodell zu nutzen. Das Modell von ISO 15288 (damals des Jahres 2015) und das INCOSE Handbuch wurde von der Initiativgruppe dafür ausgewählt.

Es war nicht möglich, die Struktur der Initiativgruppe zu ändern: sie blieb weiter dem ASPICE-Prozessreferenzmodell entsprechend.

Um die Mitglieder der Initiativgruppe zu überzeugen, dass das ISO-15288-Prozessmodell besser für den Zweck der Prozessverbesserung geeignet ist, hat der Autor dieselben Argumente verwendet, als Abschnitt 10.3.4. Für Begründung der These „Mit Nutzung der Norm ISO 15288 verlieren wir keine wesentlichen Inhalte“ hat der Autor beschlossen, die Arbeit von General Motors „Bi-Directional Gap Analyses of CMMI, Automotive SPICE and INCOSE“ (Foust, Ramirez, & Dorow, 2017) zu nutzen und keine eigene Recherche dafür auszuführen.

Weiteres Vorgehen sah so aus. Der Autor dieser Arbeit nutze seine Expertise und die Analyse von General Motors, um den Teams der Initiativgruppe (die - als Erinnerung - nach ASPICE-Referenzprozessmodell organisiert wurde) die passenden Prozesse von ISO 15288 zuzuordnen (siehe Abbildung 12).

Weiter mussten die Teams der Initiativgruppe die Vorlage von ISO 15288 zusammen mit Fachexperten der Fahrwerk-Hauptabteilung analysieren und vom Standpunkt konkreter Produktentwicklungsprojekte Lücken identifizieren. Diese Lücken sollten als Bedarfe für Prozessverbesserungsprojekte dienen.

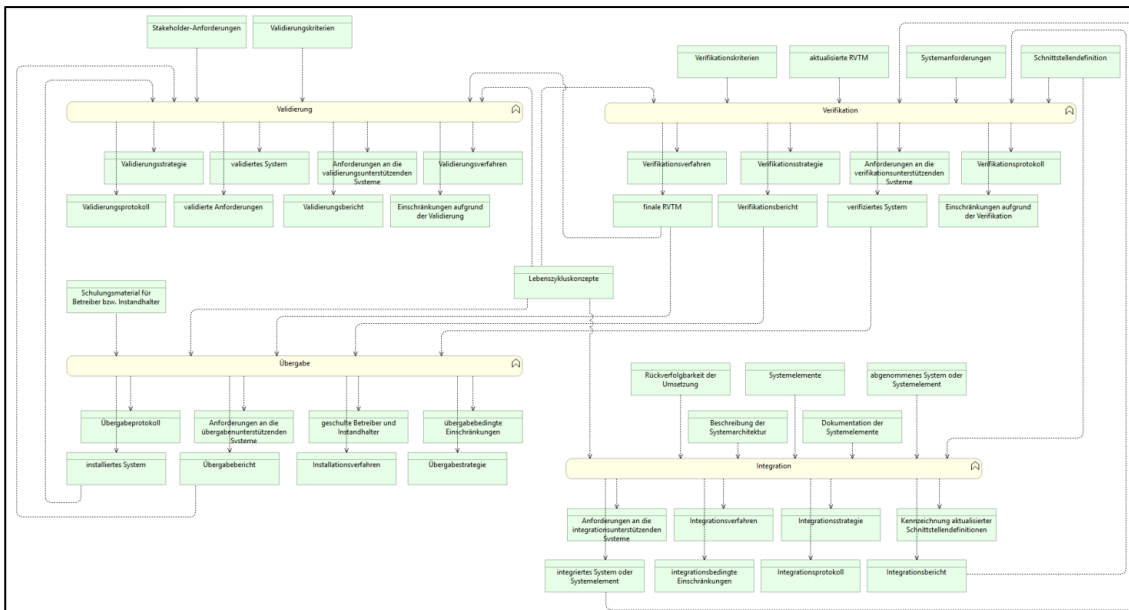


Abbildung 12. Ein Beispiel der Prozessvorlage, generiert aus dem digitalisierten INCOSE-Prozessmodell.

Die Diagramme der Vorlagen generierte der Autor aus dem digitalisierten ISO-15288-Prozessmodell mit dem Archi-Tool (www.archimatetool.com). Das digitalisierte Prozessmodell ist heute als INCOSE-Produkt verfügbar (INCOSE, 2023): sowohl editierbar als auch zum Lesen über Web-Browser. Archi-Tool ist auf der Website der Entwickler kostenlos verfügbar. Außerdem ist das Archi-Tool in INCOSE-Lab für INCOSE-Mitglieder verfügbar (<https://www.incose.org/learn/se-laboratory>).

Auch wenn dieses Vorgehen konkrete Prozessverbesserungsprojekte generieren sollte, war das in diesem konkreten Programm nicht der Fall. Der Autor ist überzeugt, dass der Grund dafür nicht in der Methode an sich liegt (es geht im Prinzip um Anpassung von ISO 15288 Prozessmodell, was eine gut beschriebene Praktik auch in der Norm ist), sondern an der Mangel des Budgets. Alle Mitglieder der Initiativgruppe außer dem Autor der Arbeit erfüllten ihre Tätigkeiten ehrenamtlich: es gab keine Unterstützung in der Form des expliziten Budgets. Es gelingt dem Autor und der Initiativgruppe nicht, das Budget dafür zu besorgen. Die Ingenieure der Fahrwerk-Hauptabteilung hatten noch weniger Zeit für diese Aktivität.

Der Autor fand keinen Weg, das Vorgehen noch mehr zu vereinfachen, um weniger Zeit von Ingenieuren und Mitgliedern der Initiativgruppe zu erfordern und gleichzeitig die Qualität der Arbeit nicht zu schaden. Deswegen beschloss der Autor, dieses Vorgehen nicht mehr in dem Programm zu nutzen.

10.5 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. ASPICE ist eine Norm für Prozessbewertung. Sie als Ganze und ihr Teil ASPICE-Referenzprozessmodell sind dem Ziel der Prozessbewertung

- gewidmet und sind ohne ernste Weiterentwicklung für Prozessverbesserungsprojekte nicht geeignet. Diese Aussage unterstützt sowohl die Norm selbst als auch Erfahrung des Autors dieser Arbeit.
2. ISO 15288 Prozessmodell (formell System-Lebenszyklusprozesse - system life cycle processes - benannt) kann als Vorlage für Prozessverbesserungsprojekte dienen und ist dafür geeignet. Diese Aussage unterstützt sowohl die Norm selbst als auch Erfahrung des Autors dieser Arbeit.
 3. Auch wenn dem Autor es nicht gelingt, mit dem gewählten Vorgehen und Prozessvorlagen von ISO 15288 Prozessverbesserungsprojekte zu ihrem Ende zu bringen, ist das kein Hinweis dafür, dass die Norm dafür nicht geeignet ist. Es ist ein Hinweis dafür, dass solche Projekte klarer Aufmerksamkeit von Management bedürfen und mit einem dedizierten Budget sollen unterstützt werden.
 4. Prozessverbesserungsprojekte müssen so organisiert werden, dass die produktentwickelnden Ingenieure, deren Tätigkeit verbessert wird, so wenig wie möglich neue Werkzeuge für Prozessverbesserung lernen müssten. Das heißt, wenn für sie eine Prozessvorlage keinen Sinn macht, dann passt ihnen die Prozessvorlage nicht.
 5. ASPICE Prozessreferenzmodell als Teil der Norm war für viele Ingenieuren ohne Erklärungen nicht verständlich. Die Norm an sich mit Prozessbewertungsmodell war absolut nicht klar. Und es ist gut so, denn die Ingenieure mussten nicht eigene Arbeit bewerten.
 6. ISO 15288 Prozessmodell war den Ingenieuren klarer: man musste die Begriffe weniger erklären, Ingenieure verstanden sofort, was die Input-Prozess-Output-Diagramme bedeuten. Die meisten Inputs und Outputs waren klar. Wenn etwas nicht klar wurde, konnten Ingenieure selbst im INCOSE Handbuch nachschauen, was diese oder jene Einheit bedeutet.
 7. INCOSE-Produkt "Digital Systems Engineering Process Model" und das Werkzeug Archi vereinfachen und beschleunigen Generierung der Prozessvorlagen aus dem ISO-15288-Prozessmodell für Diskussionen mit Fachexperten.

11 Literaturverzeichnis

Ashby, W. (1956). *An introduction to cybernetics*.

Axehill, J. W. (2021). From Brownfield to Greenfield Development—Understanding and Managing the Transition. *INCOSE International Symposium*.

Boehm, B. (2014). *The incremental commitment spiral model: Principles and practices for successful systems and software*. Addison-Wesley Professional.

- Cilli, M. V., & Parnell, G. S. (2014). 4.3. 1 Systems Engineering Tradeoff Study Process Framework. *INCOSE International Symposium*(Vol. 24. No. 1.).
- Cognitive Edge. (2011). *The Cynefin Framework*. Zugegriffen am von YouTube: <https://youtu.be/N7oz366X0-8?si=LfeXIVIZFhSXldxx>
- Complexity*. (06 05 2024 г.). Zugegriffen am 08 05 2024 г., von SEBoK: <https://sebokwiki.org/w/index.php?title=Complexity&oldid=71218>
- Daniels, J., Werner, P. W., & Bahill, A. (2001). Quantitative methods for tradeoff analyses. *Systems Engineering*, 190-212.
- de Cesare, S., & Partridge, C. (2016). BORO as a Foundation to Enterprise Ontology. *Journal of Information Systems*, 83-112.
- Decety, J., & Jackson, P. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 71-100.
- Dick, J., Hull, E., & Jackson, K. (2017). Requirements engineering in the problem domain. B J. Dick, *Requirements Engineering* (стр. 113-134). Springer International Publishing Switzerland.
- Dick, J., Hull, E., & Jackson, K. (2017). Requirements Engineering in the Solution Domain. B J. Dick, *Requirements Engineering* (стр. 135-158). Springer International Publishing Switzerland.
- Dietrych, J., & Rugenstein, J. (1982). *Einführung in die Konstruktionswissenschaft*. Gliwice: Dział Wydawnictw Politechniki Śląskiej.
- Foust, T., Ramirez, M., & Dorow, R. (2017). *BI-DIRECTIONAL GAP ANALYSES OF CMMI, AUTOMOTIVE SPICE, AND INCOSE*. General Motors.
- French, S. (2013). Cynefin, statistics and decision analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 547-561.
- Guide to the Preparation of Operational Concept Documents. (2012). *ANSI/AIAA G-043-2012e*.
- Herzog, E., Larsson, Å. N., & Tingström, J. (2022). Genesis—an Architectural Pattern for Federated PLM. *INCOSE International Symposium*.
- Hutchinson, N. (. (2023). *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK)*, 2.9. (T. T. Technology, Редактор) Zugegriffen am 22 03 2024 г., von <https://www.sebokwiki.org>
- IEEE. (1998). 1362-1998 - Guide for Information Technology - System Definition - Concept of Operations (ConOps) Document.

- INCOSE. (2023). *INCOSE Digital Systems Engineering Process Model*.
Zugegriffen am von <https://www.incose.org/publications/products/digital-systems-engineering-process-model>
- ISC. (1996). *ГОСТ 34.320-96 - Информационные технологии - Концепции и терминология для концептуальной схемы и информационной базы*.
Zugegriffen am von <https://www.swrit.ru/doc/gost34/34.320-96.pdf>
- ISC. (2021). *ГОСТ 34.201-2020 Информационные технологии - Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем*. Zugegriffen am von <https://www.swrit.ru/doc/gost34/34.201-2020.pdf>
- ISC. (2021). *ГОСТ 34.602-2020 - Информационные технологии - Техническое задание на создание автоматизированной системы*.
Zugegriffen am von <https://www.swrit.ru/doc/gost34/34.602-2020.pdf>
- ISO/IEC JTC 1/SC 7. (2011). *ISO/IEC/IEEE 29148:2011 Systems and software engineering — Life cycle processes — Requirements engineering*. ISO.
- ISO/IEC JTC 1/SC 7. (2023). *ISO/IEC/IEEE 15288:2023 Systems and software engineering — System life cycle processes*.
- ISO/IEC/IEEE. (2022). *ISO/IEC/IEEE 42010:2022 Software, systems and enterprise — Architecture description*.
- Ivar Jacobson International. (2022). *Alpha State Cards (PDF Version)*.
Zugegriffen am 01.05.2024 г., von <https://www.ivarjacobson.com/publications/cards/alpha-state-cards-pdf-version>
- Jacobson, I., McMahon, P., & Lidman, S. (2012). The essence of software engineering: the SEMAT kernel. *Communications of the ACM*, 42-49.
- Jacobson, I., Ng, P., & Spence, I. (2007). Enough of Processes - let's do Practices. *Journal of Object Technology*.
- Kapurch, S. J. (2010). *NASA Systems Engineering Handbook*. Diane Publishing.
- Katz, T., Orr, K., & Wheatcraft, L. (2021). *INCOSE Guide to Needs and Requirements*. INCOSE.
- Lawson, B., & Adcock, R. (2023). Applications of Systems Engineering SEBoK. B. N. Hutchinson, *The Guide to the Systems Engineering Body of Knowledge (SEBoK) v. 2.9*. Hoboken, NJ: The Trustees of the Stevens Institute of Technology. Zugegriffen am April 2024 г.
- Lawson, H. W. (2010). *A journey through the systems landscape*. College Publications.

- Levenchuk, A. (2015). Towards a Systems Engineering Essence. *arXiv preprint*, arXiv:1502.00121.
- MacLean, P. D. (1990). *The triune brain in evolution: Role in paleocerebral functions*. Springer Science & Business Media.
- Mavris, D. N., Griending, K., & Dickerson, C. E. (2013). Relational-oriented systems engineering and technology tradeoff analysis framework. *Journal of aircraft*(50.5), 1564-1575.
- Object Management Group®. (2018). *Essence*. Zugegriffen am von <https://www.omg.org/spec/Essence/>
- Ogden, C., & Richards, I. (1923). *The meaning of meaning: A study of the influence of thought and of the science of symbolism*. New York: Harcourt, Brace & World, Inc.
- Partridge, C. (2005). *Business objects. Re-Engineering for re-use. 2nd Edition*. The BORO Centre.
- Partridge, C., & de Cesare, S. (2013). *Ontology-Driven Re-engineering of Business Systems*. Zugegriffen am von https://drive.google.com/file/d/1mnMtbeMEMqPeCWSeyBtU_knLa7Pk5DiD/view?usp=sharing
- Popper, K. (2003). *Die offene Gesellschaft und ihre Feinde: Der Zauber Platons. Vol. 1*. Mohr Siebeck.
- Project Management Institute. (2008). *A guide to the project management body of knowledge : (PMBOK Guide) ; an American national Standard ANSI/PMI 99-001-2008 (4. ed)*. Project Management Inst.
- Rebentisch, E., & Prusak, L. (2017). *Integrating program management and systems engineering: Methods, tools, and organizational systems for improving performance*. John Wiley & Sons.
- Sapolsky, R. (2018). *Behave: The biology of humans at our best and worst*. Penguin.
- SEBoK. (20 11 2023 г.). *Principles of Systems Thinking*. Zugegriffen am 11 04 2024 г., von https://sebokwiki.org/w/index.php?title=Principles_of_Systems_Thinking&oldid=69530
- Sheard, S., & Mostashari, A. (2011). 6.2. 1 complexity types: From science to systems engineering. *INCOSE International Symposium*, 673-682.
- Silver, B., & Richard, B. (2009). *BPMN method and style. Vol. 2*. Aptos: Cody-Cassidy Press.

- Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard business review*.
- Socio-Technical Features of Systems of Systems*. (06 05 2024 г.). Zugegriffen am 08 05 2024 г., von SEBoK: https://sebokwiki.org/w/index.php?title=Socio-Technical_Features_of_Systems_of_Systems&oldid=71386
- Solli, H., & Muller, G. (2016). Evaluation of illustrative ConOps and Decision Matrix as tools in concept selection. *INCOSE International Symposium*, 2361-2375.
- System Innovation. (2015). *YouTube*. Zugegriffen am von <https://www.youtube.com/watch?v=Miy9uQcwo3U>
- Systems Engineering Core Concepts*. (20 11 2023 г.). Zugegriffen am 25 04 2024 г., von SEBoK: https://sebokwiki.org/w/index.php?title=Systems_Engineering_Core_Concepts&oldid=70229
- Tamm, J. W., & Luyet, R. J. (2023). *Radical Collaboration*. FyVerlag.
- The Open Group. (2022). *Archimate® 3.2 Specification*. Zugegriffen am von <https://pubs.opengroup.org/architecture/archimate32-doc.singlepage/>
- Tovar-Moll, F., & Lent, R. (2016). The various forms of neuroplasticity: Biological bases of learning and teaching. *Prospects*, 199-213.
- Turner, S., Mididaddi, V., & Hoehne, O. (2016). The Value of Systems Engineering in Project Management: Case Study: Developing a Power Control System ConOps. *INCOSE International Symposium*, 1715-1730.
- VDA Working Group 13. (2023). *Automotive SPICE® Process Reference Model Process Assessment Model Version 4.0*.
- Walden, D. D. (2015). *INCOSE systems engineering handbook: a guide for system life cycle processes and activities*. John Wiley & Sons.
- Walden, D. D. (2017). *INCOSE Systems Engineering Handbuch: ein Leitfaden für Systemlebenszyklus-Prozesse und-Aktivitäten*. GfSE, Gesellschaft für Systems Engineering eV.
- Wieringa, R. (2006). Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: a proposal and a discussion. *Requirements engineering*, 102-107.
- Zhao, Y.-Y., Sjöberg, P., Leifer, L., & Dersten, S. (2016). Reinventing the ConOps for Innovative Systems Development. *INCOSE International Symposium*, 1359-1369.

- Горохов, В. Г. (1982). *Методологический анализ системотехники*. Москва: Радио и связь.
- ГОСТ. (1990). *РД 50-34.698-90 - Информационная технология - Автоматизированные системы - Требования к содержанию документов*. Zugriffen am von https://drive.google.com/file/d/0B_hHxgvQrBM1bHRCNk15RGFualE/view?usp=sharing&resourcekey=0-5BDPXz6M8gwt1hnlQxT3Sw
- ГОСТ. (1992). *ГОСТ 34.601-90 - Информационная технология - Автоматизированные системы. Стадии создания*. Zugriffen am von <https://www.swrit.ru/doc/gost34/34.601-90.pdf>
- ГОСТ. (1992). *ГОСТ 34.603-92 Информационная технология - Виды испытаний автоматизированных систем*. Zugriffen am von <https://www.swrit.ru/doc/gost34/34.603-92.pdf>
- ГОСТ. (1992). *Р 50-34.126-92 Информационная технология - Правила проведения работ при создании автоматизированных систем*. Zugriffen am von https://drive.google.com/file/d/0B_hHxgvQrBM1bWxrVTY5NnBoazg/view?usp=sharing&resourcekey=0-Fj4ZCneGpS5YCT1mVrBAmQ
- Стандартинформ. (1990). *ГОСТ 34.003-90 Информационная технология - Автоматизированные системы - термины и определения*. Zugriffen am von <https://files.stroyinf.ru/Data/106/10673.pdf>