

# Zum fehlenden Unternehmensbegriff im Systems Engineering – Ursachen, Folgen, Lösungsansätze

Dieter Scheithauer

H·I·T·S Engineering, Dr.-Ing. Dieter Scheithauer  
Breitensteinstraße 26, 83727 Schliersee, dieter.scheithauer@hitseng.eu

## Keywords

Systemlebenszyklus, Unternehmen, Produkttaxonomie, Geschäftsplanung

**Zusammenfassung:** Dieser Aufsatz befasst sich mit der immer wieder neu gestellten, aber bisher nicht allgemein befriedigend beantworteten Frage nach der Verankerung des Systems Engineering im Unternehmen. Ursächlich hierfür ist das Fehlen eines eindeutigen Unternehmensbegriffes im Systems Engineering, der die Verpflichtungen eines Unternehmens als juristische Person hinreichend klarstellt. Es werden die Ursachen identifiziert, aus denen Defizite in der inhaltlichen Darlegung des Systems Engineering folgen. Skizziert werden Lösungsansätze hinsichtlich einer volkswirtschaftlich ausgerichteten Interpretation von Systemlebenszyklen und der unternehmerischen Geschäftsplanung. Systemlebenszyklen von Produkten und Dienstleistungen werden im Kontext volkswirtschaftlicher Netzwerke beschrieben. Jedem Systemlebenszyklus ist eine leibliche oder juristische Person zuzuordnen, die im Sinne von Produkthaftung und Produktsicherheit eine Verantwortung über den gesamten Systemlebenszyklus hinweg trägt. Eine verantwortungsvolle Unternehmensführung muss deshalb Marketing, Innovationsmanagement, Produktportfoliostrategieentwicklung und Systems Engineering zu einer gesamtunternehmerischen Geschäftsplanung verschränken.

## 1 Einleitung

Die Frage nach der organisatorischen Einbettung des Systems Engineering im Unternehmen stellt sich immer wieder. Gerade Unternehmen, die sich – aus welcher Motivationslage auch immer – erstmals strukturiert mit der multidisziplinären Systemgestaltung ihrer Produkte und Dienstleistungen befassen, stellen diese Frage mit in den Mittelpunkt ihres Interesses am System Engineering. Trotz des zentralen Gestaltungsanspruchs im Systemdenken finden sie in Systems-Engineering-Standards und der weiterführenden Literatur nur rudimentäre Antworten und Handlungsanweisungen. Je mehr man sich dann mit Systems Engineering im Detail auseinandersetzt, verliert die Frage nach der Verankerung des Systems Engineering im Unternehmen regelmäßig an Priorität ohne umfassend und nachhaltig beantwortet zu sein.

Dieser Beitrag geht der Frage nach, warum dem so ist, und stellt einen praktikablen Lösungsansatz mit Schwerpunkt auf der unternehmensweiten strategischen

Geschäftsplanung vor. Die vorangestellte Situationsanalyse wird zwei Hauptursachen identifizieren: die traditionelle Bedeutung und Ausprägung des Systemlebenszyklus im Systems Engineering und das Fehlen eines spezifischen Unternehmensbegriffs im Sinne einer leiblichen oder juristischen Person in Qualitätsmanagement- sowie Software- und Systems-Engineering-Standards. Der Lösungsvorschlag selbst ist vom Autor in früheren Veröffentlichungen bereits vorgestellt worden [DS14, DS16].

Neu ist hier die Art der Hinführung: Der Systemlebenszyklus wird als Schnitt durch ein volkswirtschaftliches Netzwerk beschrieben, der in Interaktion zu den Lebenszyklen andere Produkte und Dienstleistungen steht. Jedem Systemlebenszyklus ist ein verantwortliches Unternehmen im Sinne von Produkthaftung und Produktsicherheit zuzuordnen. So lässt sich der Kontext, in dem Systems Engineering stattfindet, aus dem Korsett der Illusion einer reinen, volkswirtschaftlich isolierten Auftragsentwicklung lösen und in einen allgemeinen marktwirtschaftlichen Kontext neu einbetten. Die gleichzeitige Schärfung des Unternehmensbegriffs erlaubt nun auch konkretere Aussagen zur Verankerung des Systems Engineering im Unternehmen.

## 2 Situationsanalyse

In der Aufbauorganisation arbeitsteiliger, produzierender Gewerbebetriebe findet sich der Systemlebenszyklus der Produkte und Dienstleistungen traditionell abgebildet. So sind in der Regel Entwicklung, Produktion und die nachfolgende Kundenbetreuung organisatorisch und funktionell eigene Schwerpunktthemen. Dies unterstreicht die fundamentale Bedeutung von Systemlebenszyklusmodellen im Unternehmensalltag.

Explizites Systems Engineering entstand in einem speziellen Szenario, in dem alle Systemlebenszykluskosten von einer Stelle getragen wurden, in der Regel gepaart mit hohen technischen und finanziellen Risiken. Im Klartext geht es um staatliche Auftraggeber im Hochtechnologiebereich, damals insbesondere in Bereichen der militärischen Luftfahrt, der Raumfahrt und der Nukleartechnologien, die sich nur bedingt auf allgemein existierende und an freien Märkten orientierte volkswirtschaftliche Strukturen abstützen konnten. In diesem durchaus doch eher planwirtschaftlich ausgerichteten Kontext wuchs aus entsprechender Erfahrung die Erkenntnis, dass man zu Anfang des Systemlebenszyklus zwar nur wenig Ressourcen investiert, aber Festlegungen trifft, die am Ende einen dominanten Einfluss auf die tatsächlichen Gesamtlebenszykluskosten besitzen. Die sich neu herauskristallisierende Disziplin des Systems Engineering konzentrierte sich auf Methodiken zu Beginn des Systemlebenszyklus, um die Systemeffizienz – also das Verhältnis Leistungsfähigkeit zu Kosten – zu maximieren und die Risiken weitgehend kalkulierbar zu machen – also das Verhältnis von nicht quantifizierbaren Kosten noch unbekannter Risiken zu den Kostenerwartungen in Verbindung mit bekannten Risiken zu minimieren. Als Lösung entstanden die ersten Lebenszyklusphasenmodelle, die den Schwerpunkt des Systems Engineering in konzeptionellen Phasen verorteten.

Die weitere Evolution im Systems Engineering wurde durch ein anderes neues Phänomen von innovativen Hochtechnologien bestimmt: die Notwendigkeit der

multidisziplinären Zusammenarbeit. Systems Engineering sollte nun auch Methoden für die multidisziplinäre Zusammenarbeit bereitstellen, woraus der Anspruch erwuchs, eine führende Rolle in der Entwicklung insgesamt einzunehmen.

Als man erkannte, dass das Potential von Lebenszyklusphasenmodellen ausgeschöpft war, weil noch feingranularere Phasenmodelle mit noch detaillierteren Phasendefinitionen keinen Mehrwert mehr erzeugten, setzte man, dem Trend der Zeit folgend, mehr und mehr auf Prozessorientierung. Heute wird Systems Engineering primär als ein durchgängiges Kontinuum des Zusammenspiels von Teilprozessen modelliert. Die Lebenszyklusphasenmodellierung ist dagegen in den Hintergrund getreten und wird nicht weiter gepflegt [ISO15c].

Als die Transition zur Prozessorientierung weitgehend abgeschlossen war, wuchs in der Wirtschaft der Bedarf, die multidisziplinäre Zusammenarbeit voranzutreiben, weil die Basistechnologien aus den vormaligen Hochtechnologieprojekten wirtschaftlich einsetzbar geworden waren. Damit war das planwirtschaftlichen Überlegungen nahestehende Systems Engineering, das betriebswirtschaftliche Partikularinteressen eher als Störungen der systems-engineering-mäßigen Vernunft betrachtete, in der Marktwirtschaft angekommen. Oder eben auch nicht, denn die ursprüngliche Begründung der Notwendigkeit von Systems Engineering hat sich weitgehend im Kontinuum der Prozessmodellierung verflüchtigt. Hierin liegt ein wesentlicher Grund für die argumentative Schwäche des Systems Engineering, konkrete Hilfe für die organisatorische Einbindung des Systems Engineering in Unternehmen zu liefern.

Erschwerend kommt ein zweiter Grund hinzu, der außerhalb der Zuständigkeit der mit Systems Engineering maßgeblich befassten Kreise liegt. Systems Engineering verwendet weitgehend den Begriffsapparat des Qualitätsmanagements [ISO15a]. In diesem Begriffsapparat gibt es keinen klaren Unternehmensbegriff im Sinne von leiblichen oder juristischen Personen. Es gibt zwar Prinzipien wie die Verantwortung der obersten Leitung, die durchaus an gesetzliche Bestimmungen angelehnt sind, doch wird statt von Unternehmen nur allgemein von Organisationen gesprochen. Dies ist das Ergebnis eines wackligen Kompromisses, wie mir mündlich von damals an der Standardisierung Beteiligten bestätigt wurde. Zwar vermitteln die Qualitätsmanagementstandards insgesamt eine Unternehmensperspektive [ISO15b], doch ging man davon, dass gerade große Unternehmen sich nicht insgesamt auf einmal gegenüber den Qualitätsmanagementstandards zertifizieren lassen würden oder können. Ein sehr allgemein gefasster Organisationsbegriff wurde so zur Lösung.

Um diese durchaus verfahrenere Situation zu bereinigen, reicht es nicht aus, schlicht eine Lösung für die Verankerung des Systems Engineering im Unternehmen anzugeben. Dazu sind die möglichen Erwartungen zu divergent und vage. Die Prozessmodellierung ist ein Beitrag des Systems Engineering im Unternehmen und kann integriert oder koordiniert analog zum Qualitätsmanagement betrieben werden. Die Frage nach der Einbindung des Systems Engineering in übergeordnete unternehmerische Planungsprozesse wird hier weiter behandelt. Das nächste Kapitel bereitet den Lösungsvorschlag argumentativ vor, indem Systemlebenszyklen begrifflich als Schnitte durch volkswirtschaftliche Netzwerke beschrieben werden.

### **3 Zur volkswirtschaftlichen Einbettung von Systemlebenszyklen**

Alle Produkte und Dienstleistungen einer Volkswirtschaft unterliegen jeweils einem spezifischen Systemlebenszyklus. In jedem Systemlebenszyklus existiert eine leibliche oder juristische Person, die im Sinne von Produkthaftung [PHG17] und Produktsicherheit [PSG21] über den gesamten Systemlebenszyklus hinweg verantwortlich ist, hier im Folgenden als Produzierendes Unternehmen bezeichnet. Jedes Produkt und jede Dienstleistung stützt sich zu verschiedensten Zwecken über den gesamten Systemlebenszyklus hinweg oder nur in einzelnen Lebenszyklusabschnitten auf andere Produkte und Dienstleistungen ab, die jeweils einem eigenen Systemlebenszyklus unterliegen (s. [DS16], Abbildung 1).

Die interagierenden Produkte und Dienstleistungen können entweder verwendet werden, wie vom jeweils Produzierenden Unternehmen auf dem Markt angeboten oder als spezifisch für den jeweiligen Kunden konzipiert, entwickelt und/oder gefertigt. Auf diese Weise entsteht eine Produkntaxonomie im Verhältnis von Anbieter und Käufer. Das traditionelle Verständnis von Systems Engineering orientiert sich an einer am Ende des Produkntaxonomiespektrums liegenden vollständigen Auftragsentwicklung.

Die Produkntaxonomie hat durchaus tiefgreifende Auswirkungen auf Details im Systems Engineering. Für allgemein marktverfügbare Produkte liegt die Verantwortung für die Integrierbarkeit in eigene Produkte und Dienstleistungen logischerweise vollständig beim Käufer. Die Pflicht zur Eingangsprüfung nach §377 des Handelsgesetzbuchs ist hier die allein bestimmende gesetzliche Regelung, die natürlich auch in allen anderen Fällen fort gilt. Sofern ein Lieferant ein Produkt oder eine Dienstleistung nach spezifischen Kundenwünschen gestaltet oder anpasst, öffnet sich für den Käufer die Chance, die Integrierbarkeit in das eigene Produkt oder die eigene Dienstleistung ganz oder teilweise durch den Lieferanten garantieren zu lassen. Andererseits steigen aber auch die Risiken für den Käufer, der in der eigenen Risikovorsorge auch die Risiken seines Zulieferers mitberücksichtigen muss (s. [DS16], Abbildung 2).

### **4 Unternehmerische Geschäftsplanung**

Die unternehmerische Geschäftsplanung berücksichtigt den internen wirtschaftlichen und technischen Status aller laufenden Projekte und Programme in Entwicklung, Produktion und Betreuung der eigenen Produkte und Dienstleistungen sowie die Verwendung von Budgets, die für andere unternehmensspezifische Funktionen und Aufgaben inklusive der Entwicklung von Basistechnologien verwendet werden. Einen weiteren wichtigen Anteil widmet sich der Zukunftsplanung: Wie soll sich das Produktportfolio entwickeln? In welche Zukunftstechnologien soll investiert werden? Um hier zu belastbaren Aussagen zu kommen, bedarf es der koordinierten Zusammenarbeit des Marketings, des Ideen- und Innovationsmanagements und der konzeptionellen Produktentwicklung (s. [DS14], Figure 2).

Das Marketing sammelt zukünftige Kundenbedürfnisse und beobachtet das Marktumfeld. Es identifiziert so zukünftige Marktaussichten für neue und

weiterentwickelte Produkte und Dienstleistungen. Gespiegelt an den Informationen aus dem Innovationsmanagement lassen sich Lücken im Produktportfolio identifizieren, deren Schließung geschäftlich aussichtsreich erscheint, so dass in entsprechende Konzeptentwicklungen investiert wird. Auf Basis der vorangetriebenen Konzeptentwicklung kann die Produktportfoliostrategie vorangetrieben werden und dem Marketing als Basis für eine Konkretisierung von Marktchancen dienen. Neben dem Produktkonzept selbst wird ein Katalog aller für die Umsetzung notwendigen Technologien erstellt. Aus den Technologiekatalogen aller Produktkonzepte, die in der Produktportfoliostrategie berücksichtigt sind, lassen sich Entscheidungsgrundlagen gewinnen, welche Technologien wegen zum Beispiel ihres querschnittlichen Einsatzes selbst vorangetrieben werden sollten oder wie man sonst deren Verfügbarkeit sicherstellt. Alle Informationen, die Produktportfoliostrategie, die korrespondierenden Marketing-Pläne und die Technologieplanung, fließen zusammen in die unternehmerische Geschäftsplanung ein.

Dieser Planungszyklus sollte zyklisch jährlich oder halbjährlich durchlaufen werden. Für die kontinuierliche Fortschreibung ist es sinnvoll, den Fortschritt der Produktkonzepte und Technologien durch Reifegrade zu kennzeichnen und Technologien auch hinsichtlich ihrer Obsolenzenerwartungen zu kategorisieren. Die Sinnfälligkeit, die Erstellung von Produktkonzepten als Einzelprojekte zu führen oder aus einem generellen Budget zu finanzieren, sollte im Einzelfall hinterfragt werden.

## 5 Schlussbemerkung

Der Autor war mit dem hier behandelten Thema aus unterschiedlichen Blickwinkeln immer wieder aufs Neue konfrontiert. Intuitiv war es nie schwer, jedes Mal passende Lösungsalternativen zu entwickeln und im jeweiligen Anwendungskontext zu begründen. Doch war es in pluralistisch aufgestellten Unternehmen aufgrund divergenter Sichten und Interessen immer nur möglich, einzelne systems-engineering-nahe Lösungselemente des beschriebenen Gesamtkonzeptes für eine unternehmerische Geschäftsplanung erfolgreich umzusetzen.

## Literaturverzeichnis

- [DS14] Scheithauer, D.: The Role of Systems Engineering in Business Planning. 24<sup>th</sup> Annual INCOSE Systems Engineering Symposium, Las Vegas NV, 2014.
- [DS16] Scheithauer, D.: Systems Engineering im marktwirtschaftlichen Kontext. In (Muggeo, C.; Schulze, S.-O., Hrsg.): TdSE 2015, Carl Hanser Verlag, München, 2016.
- [ISO15a] DIN EN ISO 9000: Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe. 2015.
- [ISO15b] DIN EN ISO 9001: Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen. 2015.
- [ISO15c] ISO/IEC 15288-2015: Systems and Software Engineering – System Life Cycle Processes. 2015.
- [PHG17] Gesetz über die Haftung für fehlerhafte Produkte (Produkthaftungsgesetz - ProdHaftG). 2017.
- [PSG21] Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG). 2021.