

2.7 Lean Innovation – Auf dem Weg zur Systematik

H. Adickes, J. Arnoscht, A. Bong, R. Deger, S. Hieber, R. Krappinger, M. Lenders, P. Post, M. Rauhut, M. Rother, J. Schelling, G. Schuh, J. Schulz

Gliederung

1	Lean Innovation als Gestaltungsansatz.....	475
2	Lean Innovation – Früh Strukturieren, Einfach Synchronisieren, Sicher Adaptieren	477
2.1	Intrinsisch motivieren durch Product Identity	479
2.2	Wertesystem definieren durch eine Zielhierarchie	480
2.3	Design-Sets entwickeln mit einem systematischen Lösungsraum-Management	483
2.4	Produktarchitektur gestalten mit Technologie- und Funktionsmodellen.....	486
2.5	Sortimente optimieren durch Merkmal-Cluster	490
2.6	Wertstrom definieren gemäß der Projekt-Partitur	492
2.7	Kapazitäten wirksam planen mit einem Glättungsmodell	495
2.8	Einfach synchronisieren durch Taktung	499
2.9	Systematisch perfektionieren durch ein ganzheitliches Robustheitsmodell	501
2.10	Gezielt derivieren durch Release-Management.....	503
3	Lean Innovation – Initiierung des Veränderungsprozesses	506

Kurzfassung

Lean Innovation – Auf dem Weg zur Systematik

Für die Konkurrenzfähigkeit von Forschung und Entwicklung ist es erfolgsentscheidend, nicht nur die Effektivität in der F&E zu steigern, sondern zeitgleich auch die Effizienz. Echte Produktdifferenzierung muss bei reduziertem Ressourceneinsatz erzielt werden. Hier setzt Lean Innovation an. Ziel von Lean Innovation ist es, die Grundsätze des Lean Thinking auf das Management von F&E zu übertragen. Bisher wurde dieser Übertrag in ersten Ansätzen begonnen, aber keineswegs systematisch vollzogen. Entsprechend zeigt eine Befragung des WZL unter 143 produzierenden Unternehmen in Deutschland, dass erst ein Drittel überhaupt begonnen hat, eine systematische Identifikation von Verschwendung in der Produktentwicklung durchzuführen. Der breite Erfolg von Lean Production beruht vor allem darauf, dass die Lean Thinking-Grundsätze für Produktionssysteme umfangreich interpretiert und anhand zahlreicher Beispiele umgesetzt wurde. Vergleichbare Leitmotive fehlen für die Umsetzung von Lean Innovation noch: Lean Innovation befindet sich heute „auf dem Weg zur Systematik“. Die hier vorgestellte Lean Innovation-Systematik beruht auf zehn zentralen Prinzipien, die es im Unternehmen umzusetzen gilt. Zusammenfassend operationalisieren diese zehn Prinzipien den Grundsatz von Lean Innovation: „Früh Strukturieren, Einfach Synchronisieren, Sicher Adaptieren.“

Abstract

Lean Innovation – Getting More Systematic

Maintaining a competitive advantage in research and development requires not only increases in effectiveness, but also in efficiency of R&D. Significant product differentiation needs to be achieved also under a reduced deployment of resources. This is the central objective of Lean Innovation – by applying the Lean Thinking principles to R&D management. So far, this transfer has been initiated in first attempts, but has not been carried out systematically. A 2007 WZL survey among 143 companies in the German manufacturing industry showed that only a third of the companies has begun to systematically identify waste in product development. The broad success of Lean Thinking within manufacturing as Lean Production especially bases upon the extensive work to interpret the basic principles for manufacturing systems and the broad availability of examples. Comparable guiding themes are still missing for Lean Innovation. Lean Innovation today is on its way, getting more systematic. The Lean Innovation approach presented here relies on ten key principles that need to be implemented in R&D. Together they operationalise the guiding theme of Lean Innovation: “Structure Early, Synchronise Easily, Adapt Securely.”

1 Lean Innovation als Gestaltungsansatz

Ein Großteil der Produkte aus Deutschland konkurriert in gesättigten Märkten. Einige Branchen sind auf dem Weg zum Oligopol in weltweit auf wenige Anbieter konsolidierten Märkten, in denen Differenzierung durch Technologievorsprünge und Einzelinnovationen immer weniger gelingt [1]. Überkapazitäten, Globalisierung, Preisdruck und Angebotsvielfalt mit erheblichem Maß an Austauschbarkeit derselben zeigen in vielen Branchen Wirkung: Neben einer drastischen Verkürzung der Produktlebenszyklen werden die Kunden gleichzeitig in immer „feinere“ Mikrosegmente unterteilt. Die hieraus resultierende, drastische Erhöhung der Anzahl an Produktvarianten im Portfolio bewirkt allerdings erheblich geringere Stückzahlen je Modell, wodurch sich bei gleichzeitig steigenden Kosten für Forschung und Entwicklung je produzierter Variante der Kostendruck erheblich erhöht. Somit sinken die Investitionsrenditen je Projekt, auch wenn insgesamt die Stückzahl über alle Produktvarianten gesteigert wird [2].

Diese Verschärfung hat die Beherrschbarkeit von Forschung und Entwicklung weiter in den Vordergrund gerückt. Die bestehenden Modelle, nach denen die Strukturen in F&E ausgelegt sind, erlauben die Beherrschung einer heute bereits vergleichsweise hohen Vielfalt der Systemelemente (z.B. Anzahl Projekte, Anzahl Varianten, Anzahl Bauteile und Komponenten) bei einem bestimmten Maß an Veränderungsdynamik. Vielfalt und Dynamik schränken einander ein: Zunehmende Innovationsdynamik setzt der Vielfalt beherrschbarer Systemelemente Grenzen (Bild 1).

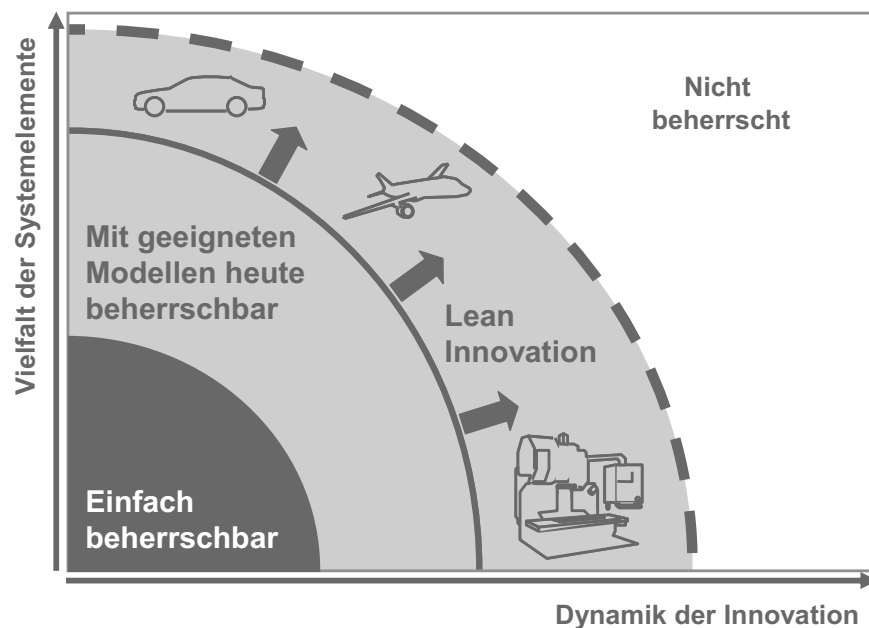


Bild 1: Erweiterte Grenzen der Beherrschbarkeit von F&E durch Lean Innovation

Wenn also im betrieblichen Alltag die F&E-Projektziele nur durch Abstriche beim Innovationsgrad der Produkte gehalten werden können, entsteht Veränderungsdruck zur Aufrechterhaltung einer konkurrenzfähigen F&E. Die Effektivität in der F&E ist zu steigern und die effiziente Beherrschung von Dynamik in komplexen Produkt- und Projektprogrammen ist zu verbessern. Echte Produktdifferenzierung ist ressourcenschonend durch intelligent definierte Skaleneffekte zu erzielen. Hier setzt Lean Innovation an.

Die Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten gleicht in ihrer Darbietung einem Sinfoniekonzert (Bild 2). Es braucht hochqualifizierte Experten, Künstler, die nach einem umfassenden Plan, d. h. Spezifikation, Projektplan, Partitur, koordiniert zusammenarbeiten. Be-

stimmte Instrumentengruppen sind mehrfach besetzt, andere „Experten“ sind nur einzeln vertreten. Je nach Kunstwerk wird die Standardbesetzung durch weitere Spezialisten ergänzt. Das Können des Einzelnen reicht für den Erfolg des Orchesters nicht aus. Erst das Zusammenspiel aller lässt ein harmonisches Kunstwerk entstehen.



Bild 2: Leitbild der Lean Innovation: Das Sinfonieorchester [3]

Metaphorisch gelten für Lean Innovation und das Sinfonieorchester dieselben Grundsätze:

- Vor dem erfolgreichen Projekt oder dem wohlklingenden Konzert steht das Frühe Strukturieren. Das Orchester muss in seiner Zusammensetzung richtig strukturiert sein, die ausgewählten Kompetenzen und Instrumentengruppen müssen zur Partitur passen. Die Partitur selbst gibt allen am Vorhaben Beteiligten vorab ein transparentes Verständnis der Struktur von Schriftbild und Taktfächern des Musikwerkes.
- Erst durch ein allgegenwärtiges und Einfaches Synchronisieren der einzelnen Spitzenleistungen schafft der Dirigent daraus im Konzert ein Kunstwerk. Während die einzelnen Experten ihr Können einbringen, müssen sie sich fortwährend und einfach zeitlich aufeinander abstimmen. Ohne den Dirigenten, der auf der Taktbasis die individuellen Künstler transparent leitet, gelänge die Synchronisation einer derartigen Ansammlung nicht.
- Die Einzigartigkeit sowohl eines Projektes wie auch eines Tonstückes wiederum lebt von der Ausdeutung während der Wiedergabe durch den Dirigenten und die Musiker, sie lebt von der Interpretation. Das harmonische Gerüst verbietet aber das vollkommen freie und voraussetzungslose spontane Spiel – gefragt ist das Sichere Adaptieren im Rahmen eines strikten Systems vorgegebener Freiheitsgrade, um ein Kunstwerk zur gelungenen Einzigartigkeit werden zu lassen.

Die Beherrschung von Dynamik und Vielfalt in der F&E durch die Lean Innovation-Systematik steht also auf drei Säulen: „Früh Strukturieren, Einfach Synchronisieren, Sicher Adaptieren.“

2 Lean Innovation – Früh Strukturieren, Einfach Synchronisieren, Sicher Adaptieren

Lean Thinking an sich ist noch keine generell anwendbare Methode, sondern ein Denkansatz mit verschiedenen zentralen Wirkprinzipien, die individuell umzusetzen sind [4]. Ziel von Lean Innovation ist es, die Grundsätze des Lean Thinking auf das Management von F&E zu übertragen. Bislang wurde dieser Übertrag in ersten Ansätzen begonnen, aber keineswegs systematisch vollzogen [5]. Entsprechend zeigt eine Befragung des WZL unter 143 produzierenden Unternehmen in Deutschland, dass erst ein Drittel überhaupt begonnen hat, eine systematische Identifikation von Verschwendung in der Produktentwicklung durchzuführen [6]. Der breite Erfolg von Lean Production beruht vor allem darauf, dass das Lean Thinking für bestimmte Produktionssystemtypen umfangreich interpretiert und anhand zahlreicher Beispiele umgesetzt wurde. Vergleichbare Leitsterne fehlen für die Umsetzung von Lean Innovation noch. Lean Innovation befindet sich heute „auf dem Weg zur Systematik“.

Der Begriff der Systematik definiert sich als die Lehre vom Aufbau eines Systems sowie als die Kunst, ein System gemäß planmäßiger Darstellung des Systems „Lean Innovation“ und beantwortet die Fragestellung, nach welchen Grundsätzen sich Lean Innovation im konkreten Anwendungsfall umsetzen lässt. Sie beruht auf zehn zentralen Prinzipien, die es im Unternehmen umzusetzen gilt. Die Prinzipien leiten sich aus der eingangs beschriebenen Logik ab und operationalisieren den Grundsatz „Früh Strukturieren, Einfach Synchronisieren, Sicher Adaptieren“ für die F&E (Bild 3).

Frühes Strukturieren zielt auf ein motiviertes Projektteam, konkrete, transparente und priorisierte Anforderungen und Werte, sowie die Zusammenstellung von Projekt und Produkt derart, dass die Grundlage für eine effiziente und einfach zu synchronisierende Abwicklung gelegt wird:

- Hoch motivierte Mitarbeiter bilden die Basis. Ihr Stolz auf das Produkt sorgt für Identifikation und emotionale „Aufladung“ (Kapitel 2.1).
- Das Wertesystem strukturiert Anforderungen in Form einer Zielhierarchie transparent und bedarfsgerecht, um Produktnutzen- und Zielprioritäten für alle Beteiligten jederzeit nachvollziehbar darzustellen (Kapitel 2.2).
- Der diesen Zielen gegenüberstehende Lösungsraum wird durch komplette Gestaltungsalternativen, genannt Design-Sets, ausgefüllt, die die Gesamtheit aller relevanten technischen Lösungsalternativen repräsentieren. Dies stellt sicher, dass der Lösungsraum eines Projektes nicht zu früh eingegrenzt wird und damit zu späten Iterationen oder suboptimalen Lösungen führt (Kapitel 2.3).
- Die Architektur des entstehenden Produktes in seinen Funktionen und Technologien hat einen signifikanten Einfluss auf beispielsweise erzielbare Skaleneffekte, auf die Fertigungs- und Montagegerechtheit oder auf die Release-Fähigkeit entlang des Produktlebenszyklus. Diese Grundregeln für die Strukturierung der Produktarchitektur sind daher frühzeitig in einem Funktions- und Technologiemodell festzuschreiben (Kapitel 2.4).



Bild 3: Die Prinzipien der Lean Innovation-Systematik

Einfaches Synchronisieren der Arbeiten aller am Projekt erfordert Wertstromdefinition, Kapazitätsplanung und Synchronisation.

- Die Wertstromdefinition eines Projektes basiert auf der Unterscheidung von kreativen und repetitiven Prozessen. Für beide ist der Wertstrom verschwendungsfrei zu planen, wobei unterschiedliche Freiheitsgrade zu berücksichtigen sind. Analog zur Partitur des Musikstückes gleicht der Soll-Wertstrom dem Arbeitsplan für alle Beteiligten des Projektes (Kapitel 2.6).
- F&E-Prozesse geraten in Unruhe, wenn es zu nicht plangerechten Kapazitäts- und Einlastungsabweichungen kommt. Engpässe oder Totzeiten sind die Folge. Planung und Projektcharakter stehen einander oft diametral entgegen. Ein Glättungsmodell zur Kapazitätsplanung glättet und nivelliert als Voraussetzung für die planorientierte Synchronisation (Kapitel 2.7).
- Die so zu erreichende engpassfreie Planung und Umsetzung des Wertstroms basiert auf Taktung. Vergleichbar große und zeitaufwändige Arbeitspakete sind projektübergreifend festzulegen, damit alle Ressourcen – auch diejenigen, die an mehreren Projekten sequentiell oder parallel beteiligt sind – in die Synchronisation einbezogen werden können. (Kapitel 2.8).

Sicheres Adaptieren dient der fortwährenden Anpassung von robusten Produkten an sich weiterentwickelnde Anforderungen.

- Die zunehmende Funktionsintegration hat in verschiedensten Branchen gezeigt, dass Instrumente zur Bewertung der Robustheit vielfach noch fehlen oder nur bedingt einsatzfähig sind. Ein transparentes Robustheitsmodell hilft dabei, verbleibenden Bedarf zur Perfektionierung insbesondere neu entwickelter Produktfunktionen zu erkennen und sicher umzusetzen (Kapitel 2.9).
- Schließlich ist es Aufgabe der Lean Innovation, die stetige Anpassung an sich wandelnde Markt- und Kundenanforderungen sicherzustellen. Zunehmend komplexe Produkte

weisen Funktionalitäten und Baugruppen mit teilweise stark divergierenden Lebenszyklen auf. Dies gilt es, durch ein effektives Release-Management im Zeitablauf zu steuern, um Risiken zu vermeiden und den verschiedenen Innovationsfrequenzen gerecht zu werden, damit Produkte gezielt und dauerhaft „frisch“ bleiben (Kapitel 2.10).

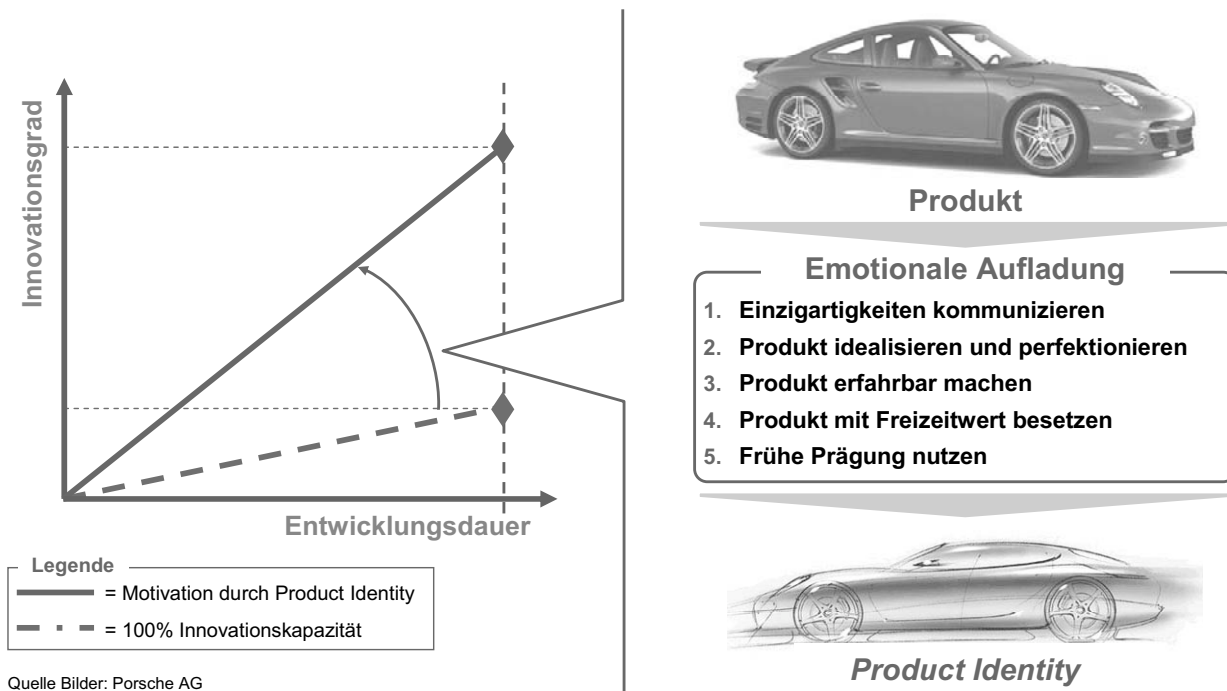
2.1 Intrinsisch motivieren durch Product Identity

„Praktisch alle wirklichen Performer der Geschichte waren *Selbstentwickler*. Vor allem hatten sie Gönner [...], die ihnen die Gelegenheit boten, ihr Können unter Beweis zu stellen.“ So fasst Fredmund Malik die erforderlichen Rahmenbedingungen für intrinsische Motivation als Notwendigkeit für Höchstleistung zusammen [8]. Die intrinsische Motivation der Mitarbeiter gilt es freizusetzen und zu beflügeln. Lean Innovation – die verschwendungsfreie und wertorientierte Umsetzung von Produktinnovation – lässt sich methodisch nur umsetzen, wenn die richtigen Rahmenbedingungen zu Motivation und Entwicklung der Mitarbeiter gegeben sind.

Dabei steht die *Product Identity* im Mittelpunkt. Sie definiert sich als das Maß der emotionalen Bindung und Begeisterung für das Produkt, in dessen direktem Umfeld man arbeitet. Während die emotionale Bindung an das Produkt von Marketing-Bereichen vor allem mit Außenwirkung betrieben wird, entfaltet sie ihr Potenzial zur Leistungssteigerung der F&E vor allem nach innen. Es gilt, das eigene Produkt „emotional aufzuladen“, um den pro Zeiteinheit erreichbaren Innovationsgrad zu maximieren.

Vorbildcharakter weist die Dr. Ing. h. c. F. Porsche AG mit Ihrem Ansatz zur Product Identity auf [9]. Die Selbstdarstellung des Unternehmens mit dem Leitmotiv „Ing.“ als Kurzform für den Ingenieur repräsentiert die Begeisterung für Technik, Präzision, Design, Kraft, Leistung und Fahrspaß bei Porsche (Bild 4).

Während ein Teil dieser emotionalen Aufladung immer auch Teil der Unternehmenskultur ist und nur indirekt aufgebaut werden kann, lassen sich doch gezielte Ansätze mit direkter Wirkung identifizieren. Durch internes Marketing werden Entwicklungsprojekte, neue Produkte und Technologien bereits emotional „gebrandet“. Die dadurch entstehende Motivationssteigerung im Entwicklungsteam erzeugt zum einen eine höhere Leistungsfähigkeit und zum anderen auch eine höhere Bereitschaft bei unterstützenden Prozessen im Unternehmen. Eine zweite Stoßrichtung zur emotionalen Aufladung ist die Erfahrbarkeit eines neuen Produktes. Die Identifikation mit einem Produkt fällt deutlich leichter, wenn selbst Erfahrungen mit Produkten gesammelt werden können. Dies trifft insbesondere dann zu, wenn Mitarbeiter das Produkt selbst in ihrer Freizeit intensiv und mit Begeisterung nutzen – seien es ein Sportwagen, eine Kaffeemaschine oder eine Bohrmaschine. Gelingt eine frühe Prägung der Mitarbeiter bereits in jungen Jahren, lässt sich dieser Effekt noch weiter steigern.



Quelle Bilder: Porsche AG

Bild 4: Product Identity als zentraler Motivator für das Innovationsmanagement

Beispiele für Unternehmen mit einer ausgeprägten Product Identity gibt es zahlreich. Stellvertretend für diese Unternehmen seien hier die Firma Hilti und die Audi AG genannt. Auf eine jährlich anonym bei Hilti durchgeführte Befragung geben regelmäßig über 90% der Mitarbeiter an, stolz zu sein, für Hilti zu arbeiten [10]. Die Audi AG trägt mit zahlreichen Erfolgen zu einer hohen Product Identity bei. Als echter Katalysator in diesem Zusammenhang hat sich für Audi der DTM-Titel im Jahr 2007 erwiesen.

2.2 Wertesystem definieren durch eine Zielhierarchie

Die genaue Abschöpfung des Marktpotenzials mit präzise an den Kundenbedürfnissen ausgerichteten Produkten ist die substanzielle Herausforderung für Innovations- und Entwicklungsprojekte. Der schmale Grat zwischen Über- und Untererfüllung der Kundenanforderungen ist nur schwer zu identifizieren und gerät in Projekten oft aus dem Fokus. Häufig erfolgt durch Intransparenz oder mangelnden Fokus auf die realen Anforderungen ein Overengineering der Produktmerkmale. Entgegengesetzt besteht das Risiko, dem Druck einer fortschreitenden Preisspirale nachzugeben und Innovationsleistungen angesichts eines zu starken Kostendruckes zu kompromittieren.

Ausgangspunkt der Lean Innovation ist es deshalb, für Innovations- und Entwicklungsvorhaben den zu erzielenden Wert aus Kundensicht transparent zu definieren. Nur durch eine transparente, am Wertverständnis aus Kundenperspektive ausgerichtete Zielhierarchie können die Prozesse und Abläufe und schließlich die Produkteigenschaften konsequent wertorientiert und verschwendungsfrei gestaltet werden. Diese Wertmaßstäbe, zusammengefasst als Wertesystem stellen einen Ordnungsrahmen zur Abbildung einer Zielhierarchie zur Verfügung, aus der die Anforderungen sowohl an das Produkt als auch an den Prozess abgeleitet werden können (Bild 5). Zur Gestaltung eines *wertorientierten* Prozesses muss zunächst festgelegt werden, welches die relevanten Werte und die sich daraus ergebenden Ziele für ein spezifisches Entwicklungsprojekt sind. Die Zielhierarchie endet nicht wie im klassischen Lastenheft bei Anforderungen an das zu entwickelnde Produkte, sondern erfasst ebenso die Anforderungen an den Prozess.

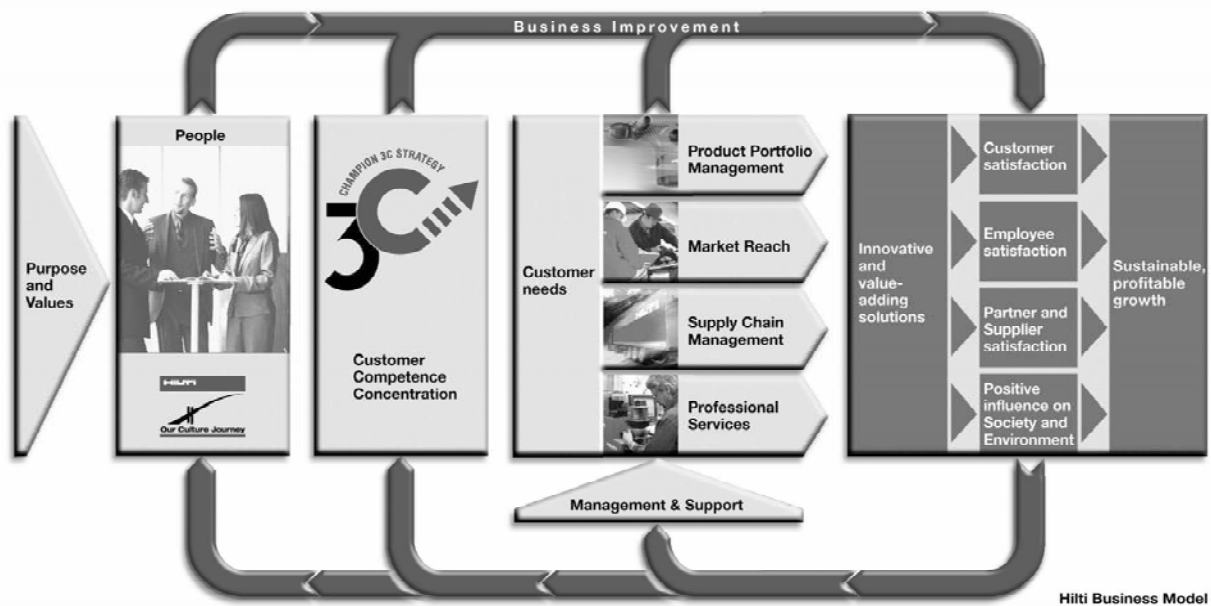


Bild 6: Das Hilti Business-Modell [2]

Die Markenwerte von Hilti sind klar definiert und prägen die Aktivitäten des Innovations- und Entwicklungsmanagements grundlegend. Drei zentrale Markenwerte sind die Grundlage aller Produktdefinitionen [12]:

1. „Maximale Leistung – Mit technologisch führenden Geräten und Werkzeugen ermöglicht Hilti effizientes Arbeiten. Hilti-Produkte überzeugen durch herausragende Qualität, Langlebigkeit und einfache Bedienung. Ausgereifte Technologie, ergonomisches Design und beste Materialqualität sichern maximale Leistungsfähigkeit. Denn nur das Beste begeistert.“
2. „Service und Partnerschaft – Zu erstklassigen Produkten gehört bei Hilti erstklassiger Service. Erfahrene Verkaufsberater und Ingenieure sind für die Kunden weltweit im Einsatz und stellen jeden Tag mehr als 100.000 Kontakte her. Hilti-Fachleute stehen den Bau-Profis jederzeit in allen Fragen zur Seite. Hilti ist am Puls des Kunden – und bietet einen Service, der überzeugt.“
3. „Herausragende Entwicklungen – Mit hoher Kompetenz für die jeweilige Anwendung entwickeln Hilti-Ingenieure ständig neue Produkte. Entscheidend dafür: die Kunden. Ihre Arbeitsweise regt ständig zu Verbesserungen und Neuentwicklungen an. Hilti findet Lösungen, die perfekt auf die Bedürfnisse der Kunden zugeschnitten sind. Das Ziel: Kunden zu begeistern – mit Innovationen von Weltklasse.“

Diese Markenwerte sind jedem Mitarbeiter im Unternehmen bekannt. Alle Innovations- und Entwicklungsprojekte ordnen sich im Kontext dieser Markenwerte ein und definieren klar ihren Beitrag zu diesen Markenwerten. Am Beispiel der Entwicklung des Hilti Kombihammers TE 70 lässt sich dies nachvollziehen: Value Proposition und Anforderungen wurden aus den Markenwerten abgeleitet und entsprechend strukturiert im Projektteam kommuniziert (Bild 7).



Bild 7: Prospektfoto des Hilti Kombihammers TE 70-ATC [2]

Der Markenwert „maximale Leistung“ wurde u.a. durch Motoren mit höherer Leistung, eine erhöhte Lebensdauer der Werkzeuge und glasfaserverstärkte, robuste Gehäuseteile repräsentiert. Über den Service der Hilti-Fachleute hinaus wurde der Markenwert „Service und Partnerschaft“ u.a. durch einen neuartigen elektronischen Diebstahlschutz abgebildet. Der Hilti Lifetime Service garantiert den Anwendern des Gerätes zwei Jahre Betrieb ohne Reparaturkosten sowie ein lebenslanges Kostenlimit für Reparaturen. Der Markenwert „herausragender Entwicklungen“ wird durch die technischen Innovationen des Gerätes wie z.B. der elektronischen Drehzahlkontrolle ATC zur elektronischen Schnellabschaltung bei gefährlichem Verhaken des Bohrers oder der optimierten Rutschkupplung erfüllt.

In dieser Weise stehen Anforderungen an Produkt und Prozess nicht isoliert im Raum und laufen Gefahr, in der Konstruktion oder der Fertigung ihren Zusammenhang zum Produkt zu verlieren, sondern werden konsistent aus transparent formulierten und allen Mitarbeitern bekannten Werten abgeleitet. Jeder an der Entwicklung beteiligte Mitarbeiter arbeitet an der Umsetzung von Produktanforderungen, die für ihn nachvollziehbar zur Erfüllung eines unternehmensweit gültigen Wertesystems beitragen.

2.3 Design-Sets entwickeln mit einem systematischen Lösungsraum-Management

Es ist das Dilemma der Produktentwicklung, dass weitreichende Entscheidungen zu einem Zeitpunkt getroffen werden, zu dem nur wenige Informationen sicher vorliegen [13]. Fehlentscheidungen werden oft erst zu späteren Zeitpunkten erkannt, was dann aber mit erheblichen Kosten verbunden ist, da Änderungen an bereits stark vorangeschrittenen Entwicklungsständen vorgenommen werden müssen. Diese Problematik wird maßgeblich dadurch verschärft, dass einzelne Entscheidungen in der Produktentwicklung, die den zur Verfügung stehenden Lösungsraum maßgeblich eingrenzen, oft zu einem zu frühen Zeitpunkt getroffen werden [14]. Der Kernprozess der Produktentwicklung - das Management des verfügbaren Lösungsraumes möglicher technischer Konzeptalternativen - erfolgt heute in der Regel noch wenig systematisch und auf kognitiver Basis.

Die Entwicklung von Lösungen zur Umsetzung von Anforderungen in der Lean Innovation erfolgt auf Basis eines systematischen Lösungsraum-Managements. Kern des Lösungsraum-

Managements ist die systematische Eingrenzung der in der Produktentwicklung zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade zu bewusst gewählten Zeitpunkten. Sogenannte Design-Sets stellen Sets ähnlicher Lösungen dar, die in Summe den Lösungsraum für eine Produktfunktion repräsentieren und sukzessive bis zur Identifikation der finalen Lösung ausgeschlossen werden. Ziel des Lösungsraum-Managements ist es, Entscheidungen für oder gegen ein Design-Set erst dann zu treffen, wenn eine ausreichende Informationsbasis vorhanden ist. Die Erreichung von Kosten-, Qualitäts- und Zeitzielen wird mit zunehmender Entwicklungsreife der Design-Sets weiter konkretisiert, um die Alternativen erst nach und nach ausscheiden zu lassen. Nicht weiter entwickelte Lösungen werden im aktuellen Entwicklungsstand „eingefroren“ und im Sinne eines ausgereiften Wissensmanagements gut dokumentiert. Dies erscheint zunächst aufwändiger, jedoch ergibt sich vielfach ein erheblicher Nettovorteil durch die Reduzierung aufwändiger Iterationsschleifen. Konventionelle Vorgehensweisen erfordern die Selektion eines einzelnen Lösungsprinzips für alle Subsysteme bereits zu Beginn der Produktentwicklung, um dann im weiteren Verlauf bei auftretenden Konflikten oder nicht ausreichenden Ergebnissen den Lösungsraum sukzessive wieder zu erweitern und durch änderungsintensive Iterationsschleifen zu führen.

Bild 8 illustriert die dem Lösungsraum-Management zugrunde liegende Logik. Erster Schritt ist die Identifikation der zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade, um zu entscheiden, welche davon bereits anfangs eliminiert werden können. Sollen beispielsweise bestehende Produktionskapazitäten genutzt werden, stellt dies die Fixierung eines möglichen Freiheitsgrades für das spätere Produktkonzept dar.

Auf Basis der als variabel entschiedenen Freiheitsgrade eröffnet sich nun der Lösungsraum, den es systematisch zu erforschen gilt. Der Lösungsraum besteht aus der Menge aller im Rahmen der gegebenen Freiheitsgrade zulässigen Lösungsalternativen. Diese Lösungsalternativen werden einander gegenüber gestellt und anhand definierter Kriterien bewertet. Entscheidend ist, dass Lösungen erst zurückgestellt werden, wenn sie anderen Lösungen nachweislich unterlegen sind. Auf diese Weise lassen sich besonders dann signifikante Vorteile erzielen, wenn das Entwicklungsprojekt der Umsetzung neuartiger Technologien oder Produktfunktionen in einem determinierten Zeitfenster dient.

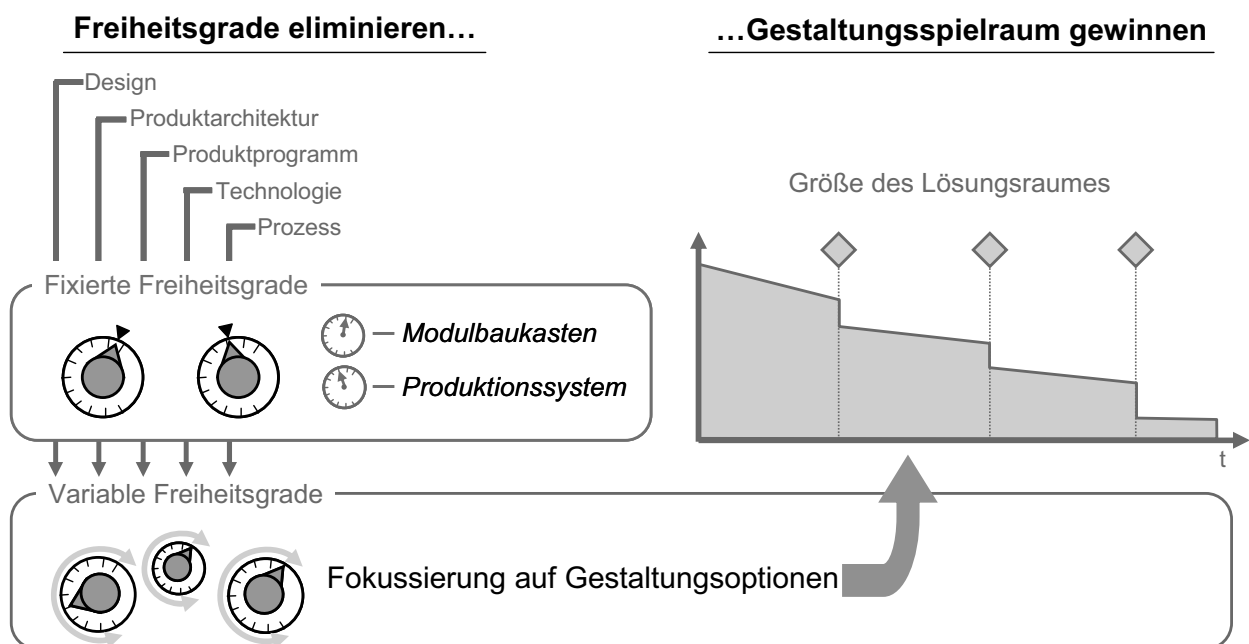


Bild 8: Logik des Lösungsraum-Managements

Ein auf Entwicklungseffizienz gerichtetes Beispiel für lösungsraumorientierte Projektgestaltung ist Toyotas „Set-Based Concurrent Engineering“. Mit diesem Schlagwort wird der Ansatz Toyotas beschrieben, verschiedene technologische Lösungsmöglichkeiten für Produktkomponenten vergleichsweise lange redundant weiterzuentwickeln. Dieses Entwicklungsprinzip lässt sich am Beispiel der Entwicklung des Toyota Prius und seines Hybridantriebes dokumentieren. Dieses Projekt wurde 1993 als „Global 21 (G21)“ mit dem Ziel begonnen, ein Fahrzeugkonzept für das 21. Jahrhundert zu entwickeln [15]. Für dieses Fahrzeug wurden vom G21-Komitee gemeinsam mit dem Vorstand die folgenden Ziele entwickelt und im Dezember 1993 verabschiedet [16] (vgl. Bild 9):

1. Geräumiger Kabineninnenraum mit maximiertem Radstand
2. Vergleichsweise hohe Sitzposition für einen komfortablen Ein- und Ausstieg
3. Aerodynamische Gestaltung des Exterieurs mit einer Höhe von rund 1.500 mm
4. Verbrauchseffizienz mit rund 20 Kilometern pro Liter um 50% besser als andere Fahrzeuge derselben Klasse
5. Antriebsstrang mit kleinem, horizontal eingebauten Motor und hoher Energieeffizienz

Dieses als radikale Neuerung geplante Fahrzeugkonzept wurde offiziell für die Tokyo Auto Show im Oktober 1995 vorangekündigt, so dass das Projektteam auf einen konkreten Meilenstein hinarbeiten musste. Die Hybridtechnologie war zu diesem Zeitpunkt des Projektes noch nicht Teil des Fahrzeugkonzeptes. Sie wurde als geeignetes Antriebskonzept für das Fahrzeug erstmalig im September 1994 durch den Executive Vice President Akihiro Wada und den Managing Director Masanao Shiomi gegenüber dem Projektteam vorgeschlagen [17]. Mit Unterstützung des Projektteams wurde dieser Vorschlag vom Chief Engineer aus den folgenden drei Gründen zu diesem Zeitpunkt als nicht sinnvoll bewertet [18]:

1. Die Entwicklungsarbeiten an zentralen Komponenten der Hybridtechnologie waren noch nicht abgeschlossen; insbesondere die Leistung der Batterien wurde als „hoffnungslos“ bewertet.
2. Das bei Toyota entwickelte Hybridsystem war bislang nur durch die Vorentwicklung konzipiert und in keiner Weise an die Anforderungen der Serie, z.B. der Produktion ausgerichtet worden.
3. Die Kosten erschienen deutlich zu hoch.

Aufgrund des hierin gesehenen Potenzials sowie auf Basis unternehmensstrategischer Überlegungen fiel im November 1994 dennoch auf Führungsebene die Entscheidung für die Verwendung der Hybridtechnologie im G21-Fahrzeug [19].

Diese Entscheidung stellte aufgrund der verbleibenden elf Monate bis zur Präsentation des Prototypen auf der Tokyo Motor Show eine große Herausforderung für das Projektteam dar. In dieser Situation findet sich ein Beispiel für die Philosophie des „Set-Based Concurrent Engineering“: Die Versuchung, eine schnelle Entscheidung zugunsten eines Hybridkonzeptes zu treffen und die Entwicklung zu beginnen war insbesondere unter dem vorherrschenden Zeitdruck signifikant. Anstelle dessen untersuchte das Projektteam aber mit großer Genauigkeit alle zur Verfügung stehenden Optionen hinsichtlich dieser Antriebstechnologie. In intensiven Recherchen wurden Vorarbeiten Toyotas und anderer Automobilisten, die bis in die siebziger Jahre zurückreichten, identifiziert. Insgesamt wurden rund 80 verschiedene Konzepte hybrider Antriebstechnologie untersucht und nach und nach eingegrenzt, bis die zehn bestgeeigneten Konzepte sicher bestimmt werden konnten [20]. Die später verbleibenden, vier bestgeeigneten Konzepte wurden durch eigens entwickelte computerbasierte Simulationen weiter optimiert, so dass das Projektteam sich im Mai 1995 in der Lage fühlte, einen Vorschlag für das bestgeeignete Hybridkonzept

als Basis der weiteren Detaillierung präsentieren zu können [21]. Bild 9 illustriert wesentliche Meilensteine der Entwicklung des Toyota Prius in der ersten Generation und verdeutlicht den kurzfristigen, dem Projekt zugrunde liegenden Zeitplan.

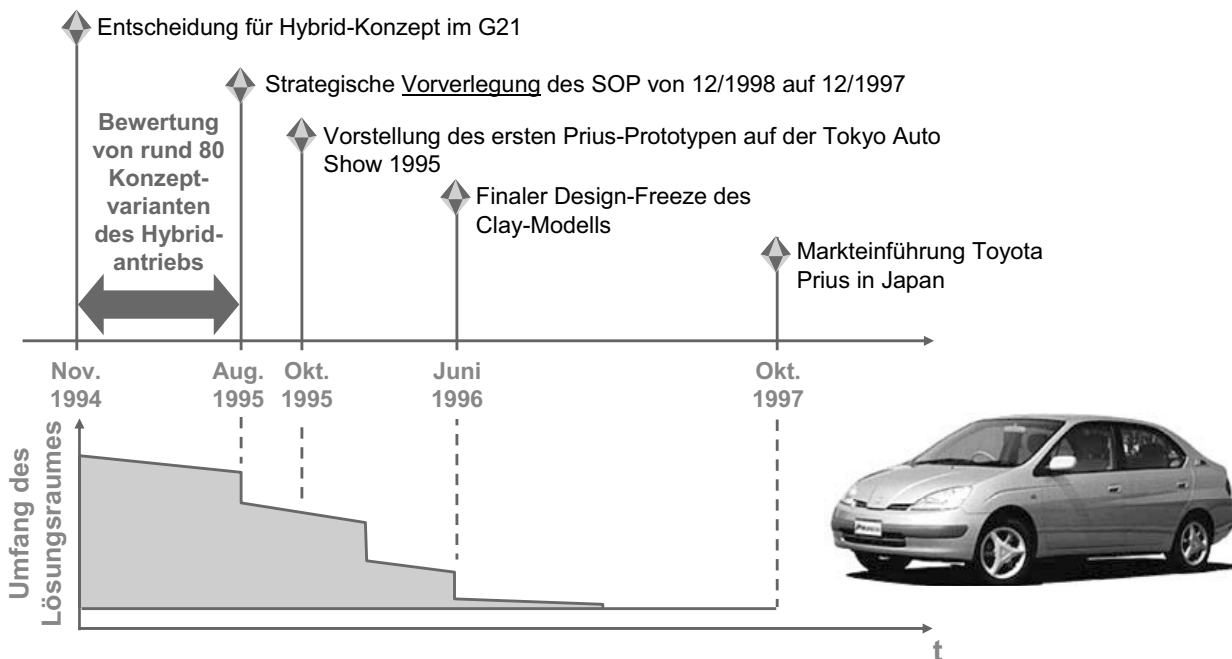


Bild 9: Meilensteine der Produktentwicklung des Toyota Prius

Auf Basis der verfügbaren Berichte über die Entwicklung des Konzeptfahrzeugs lassen sich also am Beispiel der Hybridtechnologie eindeutige Elemente der Set-Based-Philosophie identifizieren. Unter großem Zeitdruck wurden im Projekt die denkbaren Konzepte intensiv untersucht und diskutiert, um der Gefahr einer vorschnellen Eingrenzung des Lösungsraumes vorzubeugen. In der Darstellung von ITAZAKI finden sich auch im weiteren Entwicklungsprozess zahlreiche Beispiele für später aufgetretene Hürden, denen mit intensiven und breit angelegten Konzeptbetrachtungen begegnet wurden. Immer wieder konnte der erfahrene Chief Engineer Takeshi Uchiyamada das Team bremsen und auf die grundsätzliche Philosophie des Set-Based Design „zurückbesinnen“¹ [22].

Toyotas Set-Based Concurrent Engineering beruht allerdings noch nicht auf der Anwendung vordefinierter Prozesse oder Methoden zur Eingrenzung des Lösungsraumes, sondern entspricht Toyotas Grundverständnis von sorgfältiger Problemlösung [23]. Damit sind dargestellte Nutzelemente so nicht übertragbar, sondern bedürfen einer allgemeingültigen Erarbeitung im Rahmen der Lean Innovation.

2.4 Produktarchitektur gestalten mit Technologie- und Funktionsmodellen

Bis heute erfolgt die Gestaltung der Produktarchitektur für komplexe Produktprogramme oft noch auf stark kognitiver Basis. Bekannte Anforderungen werden strukturiert und möglichst direkt im physischen Produktkonzept umgesetzt. Dabei gerät nicht nur die systematische Übersetzung zwischen Anforderungen und Baugruppen aus den Augen, sondern die von Produktlinie zu Produktlinie neu gestaltete Produktarchitektur steht der Ausnutzung der theoretisch denkbaren Kommunalität im Wege – und erzeugt damit Verschwendungsleistung in der Produktentwicklung. Entsprechend groß ist das heutige Potenzial des frühen und produktübergreifenden Strukturi-

¹ Der japanische Terminus lautet „hansei“ und wird ins Englische übersetzt mit „Let’s stop and reflect.“ Hansei stellt ein grundlegendes Management-Prinzip Toyotas dar.

rierens der Produktarchitektur mit Hilfe von Technologie- und Funktionsmodellen. Um den in den Anforderungen festgeschriebenen Kundenwert möglichst verlustfrei und nachhaltig in die Physis zu transportieren, sind die Anforderungen konsequent über Funktionsmodelle mit der Produktstruktur zu verknüpfen. Bei der Gestaltung der Produktstruktur und der Konzeption der Baugruppen muss wiederum das Technologiemo­dell zugrunde liegen, das die Herstellbarkeit mit gewünschten Strukturen sichert. Die Notwendigkeit einer durchgängigen Architektur ist vor allem bei Interdependenzen zwischen Entwicklungsprojekten zu beachten. Beispielsweise muss im Fall einer Bauteiländerung, die ggf. mehrere Produktlinien betrifft, eine maximale Transparenz hinsichtlich der betroffenen Anforderungen vorliegen. Gleichzeitig ist es entscheidend, bei der Gestaltung von Produktarchitekturen den Grad physischer, technologischer und funktionaler Kommunalität zu maximieren. Die eigentliche Produktstrukturierung erfolgt in fünf Arbeitsschritten. Basierend auf den in der Vorbereitung gewonnenen Erkenntnissen wird die Basisabbildung der Funktionselemente entworfen. Anschließend können parallel für Entwicklung, Montage und Vertrieb die Entwicklungspakete, Montageeinheiten und Verkaufseinheiten geplant werden, die anschließend in der Phase der konstruktiven Umsetzung in physische Bauteile zusammengeführt werden [24].

Eine erfolgversprechende Möglichkeit zur kommunalitätsmaximierenden Produktstrukturierung mit starken Interdependenzen zwischen den Projekten stellt die Entwicklung von Baukästen dar. Durch eine gezielte Einschränkung von Freiheitsgraden werden Funktionen über Produktreihen hinweg von identischen Modulen ausgeführt. Die Module innerhalb eines Baukastens zeichnen sich durch standardisierte Schnittstellen und einen fixen Bauraum aus. Die einzelnen Produktfamilien bedienen sich aus diesem vorkonfigurierten Set an Bauteilen bzw. Baugruppen und erzeugen somit unterschiedliche Merkmale und Merkmalsausprägungen bei geringer geometrischer Varianz [25]. Höhere Freiheitsgrade bewirken größere Konfigurationsräume zur Funktionsrealisierung bis hin zur produktspezifischen Bauteilentwicklung. Ein entscheidender Faktor bei der Baukastenentwicklung ist die Betrachtung der Kommunalitäten über die drei Ebenen Bauteil, Technologie und Funktion. Es gilt, Gleichheiten nicht nur in der Physis festzulegen, sondern ebenso funktionale, technische oder technologische Vereinheitlichungspotenziale zu realisieren [26]. Der Nutzen einer freiheitsgradorientierte Baukastenentwicklung wirkt sich stark aus, wenn ein hoher Kommunalitätsgrad über mehrere Produkte hinweg erzielt werden kann [27]. Dieses Konzept ist nicht branchenspezifisch, auch wenn die Automobilindustrie derzeit eine Vorreiterrolle auf diesem Feld einnimmt.

Der „Clou“ der Baukastenentwicklung liegt in der Identifikation und richtigen Definition der maßgebenden Größen für den Baukasten, deren Freiheitsgrade produktübergreifend auf ein Minimum eingeschränkt werden können. Die Fragestellung, welche Strukturen standardisiert werden können, verlangt nach einer strategischen Antwort, die ohne den nötigen Weitblick schnell zum Scheitern des Projektes führen kann. Dies liegt in erster Linie, an dem nur mittel- bis langfristig erschließbarem Nutzen. Schließlich stellen sich erste Skaleneffekte frühestens bei der Einführung des zweiten Derivates, das auf dem betreffenden Baukasten basiert, ein. Das volle Potenzial wird erst dann erreicht, wenn alle betroffenen Baureihen auf die neue Baukastensystematik umgestellt wurden. Ein Break Even, bei dem die Skaleneffekte die erhöhten Entwicklungskosten durch die Baukastenplanung aufwiegen, stellt sich z.B. bei den in der Automobilindustrie typischen Lebenszyklen von fünf bis sieben Jahren erst nach Jahren ein – ein bis zwei Produktprojekte auf Baukastenbasis erzeugen noch keine Skaleneffekte! Um ein optimales Abschöpfen des Potenzials zu erreichen, muss demnach bei der Definition der kommunalen Elemente eines Baukastens abgeschätzt werden, welche Elemente langfristig unveränderbar und damit robust gegen externe Dynamik sein können.

Die Produktarchitektur ist damit traditionell das Rückgrat der Entwicklung komplexer Module und Produkte. Meist wurde sie evolutionär gestaltet und weiterentwickelt, in ihr spiegelt sich Wissen und Tradition der Herstellerfirma genauso wie ihre Kerntechnologien und Methoden.

Die AUDI AG entwickelte für ihre Produktreihen A4/ A5 eine neue Produktarchitektur mit dem Ziel, die Fahrdynamik der Fahrzeuge ebenso zu verbessern wie das sportliche Design, aber auch Freiheitsgrade zu weiteren Derivaten bei gleichzeitiger Minimierung der Einzelkosten, Investitionen und Entwicklungsaufwendungen.

Die Audi Ingenieure lösten diese Aufgabe durch eine völlige Umgestaltung des Antriebsstranges, das Differential wird vor die Kupplung, bzw. den Wandler, platziert die Lenkung unter das Getriebe. Passend zu dem Motto „Vorsprung durch Technik“ wurde durch die entsprechende Verlagerung der Vorderachse um mehr als 100 mm nach vorn (Überhang minimiert und Schwerpunkt nach hinten versetzt) die Aufgabe überzeugend gelöst.

Aufbauend auf diesem Konzept verband Audi die traditionelle, geometrisch geprägte Entwicklung mit den Ansätzen der Konstruktionsmethodik, dem Denken in Lösungsräumen und physikalischen Wirkprinzipien. Ziel dieser Arbeitsweise ist es, zielkundenorientierte Produkte zu entwickeln. Audi führt den „Kundendialog“ über die Markenwerte „hochwertig, sportlich, progressiv“. Über geeignete Instrumente (Car Clinic, Kundenbegleitung, etc.) werden eigenschaftsorientierte Zielkataloge entwickelt. Aufgabe der Entwickler ist es, diese Zielkataloge innerhalb der Lösungsräume (Domänen) so umzusetzen, dass bei hoher Standardisierung von Lösungen und Bauteilen ein Maximum gestalterischer und funktionaler Freiheit entsteht, der Raum gibt für Innovationen. Der Modulare Längsbaukasten (MLB) ist Basis für alle längsmotorisierten Fahrzeuge der AUDI AG und des VW Konzerns.

Die Produktarchitektur des MLB unterteilt das Fahrzeug in drei Domänen (Bild 10):

- „Techniklänge“ Der Lösungsraum für die klassischen technischen Funktionen wie Antrieb, Achse, Lenkung aber auch Crash und Fußgängerschutz
- „Innenraumlänge“ Über diesen Lösungsraum werden Fahrzeugklasse (B, C, D) und Fahrzeugtypen (z. B. Limousine, SUV, etc.) beschrieben
- „Hinterwagenlänge“ Dieser Lösungsraum gewährt größte gestalterische Freiheit, Coupés, Kombis und andere Varianten können dargestellt werden.

Der Insasse wird bei allen MLB Fahrzeugen in der gleichen Lage zur Vorderachse positioniert. Er verbindet alle 3 Lösungsräume zu einem geschlossenem System, das die hochwertige Audi Bedienphilosophie bei allen Audi Fahrzeugen mit den gleichen Elementen gestaltet. Kostensensitive Baugruppen wie Klimaanlage, Sitzgestelle, Lenkeinheiten und Sicherheitseinrichtungen werden nach gleichen physikalischen Wirkprinzipien gestaltet und in Modulen ausgebildet, die kostenoptimale Herstellung erlauben. Funktional unterschiedliche Ansprüche, z. B. der Klimaanlage (1-Zonenregelung in der B-Klasse, 4 Zonenregelung in der D-Klasse) werden durch Erweiterung des jeweiligen Grundmodule im gleichen Lösungsraum erfüllt.

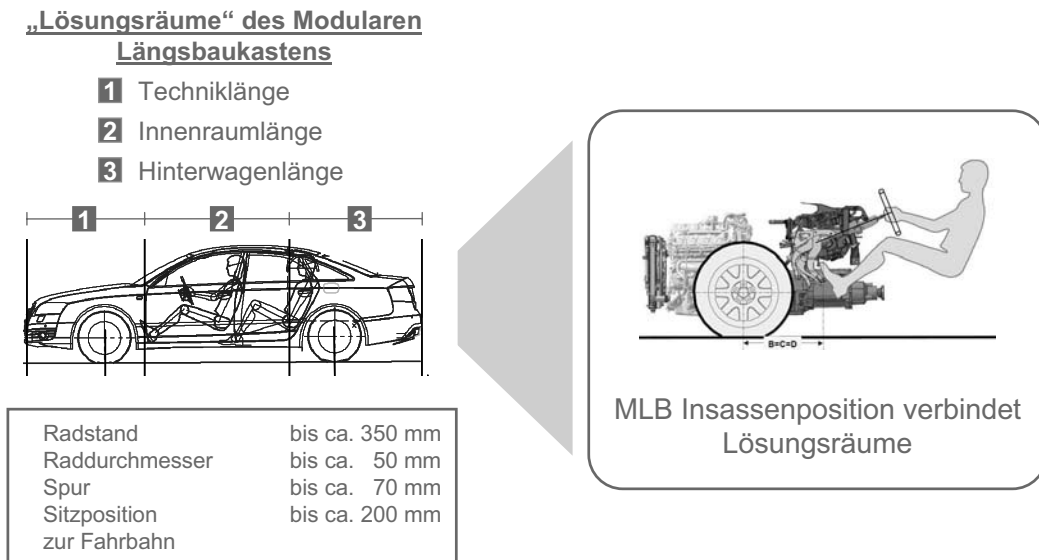


Bild 10: Festlegung der kommunalitätsmaximierenden Merkmale [28]

Die Potenziale des MLB bei Audi lassen sich anhand der folgenden Beispiele illustrieren:

- Die Anzahl der Derivate in der B-Reihe konnte auf diese Weise von drei (Limousine, Avant, Cabrio) auf sechs (Limousine, Avant, Coupe, Cabrio, Sportback, SUV) gesteigert werden.
- Das einheitliche physikalische Wirkprinzip der Klimaanlage ermöglicht den Einsatz einer hochwertigen Basisanlage und deren modularen Ausbau über Mechatronikelemente für die Ansprüche der oberen Fahrzeugsegmente.
- Die einheitliche Zuordnung der Sitzposition ermöglicht neben der einheitlichen Bedienphilosophie die Abdeckung aller funktionalen Ansprüche, zusätzlich auch der Fahrzeuge des Konzerns mit Quermotoren, aus einem „Sitzmodul“ bei gleichzeitiger Reduzierung der eingesetzten Baugruppen von 99 auf 69.

Zusammenfassend beschreibt der modulare Längsbaukasten bei Audi eine zukunftssichere Produktarchitektur, die die evolutionär gewachsene Entwicklungserfahrung (Bauteile, Geometrie) mit Lösungsraumdenken und physikalischen Wirkprinzipien verbindet und so zielkundenorientiertes (effektives) und aufwandsorientiertes (effizientes) Entwickeln zu einem „Lean Development System“ verbindet (Bild 11).

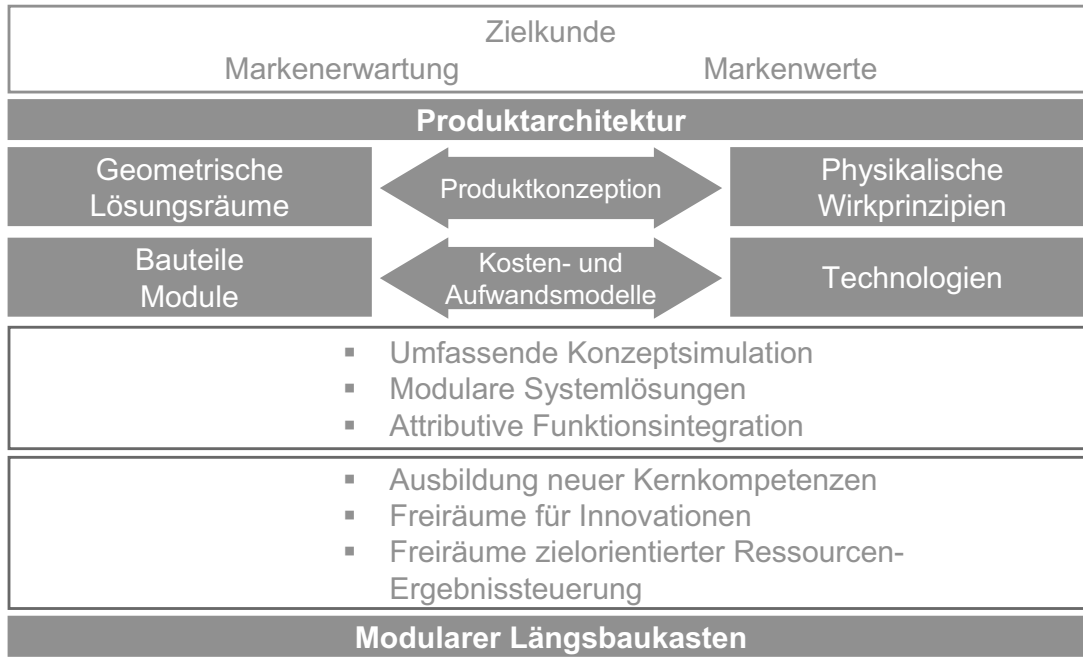


Bild 11: Der modulare Längsbaukasten als zentrales Element der Produktkonzeption [28]

Frühzeitiges ganzheitliches Konzeptionieren z. B. einer neuen Baureihe, ist ebenso zwingende Voraussetzung wie die durchgängige ganzheitliche Abbildung über geometrische und funktionale Simulationen.

2.5 Sortiment optimieren durch Merkmal-Cluster

Durch die Globalisierung und Individualisierung der Nachfrage (Leistungskomplexität im Sinne von wahrgenommener bzw. geforderter Leistung des Produktes am Markt) hat die Vielfalt der Produkte in den meisten Branchen stark zugenommen. Hierdurch ist in der Produktentwicklung die Komplexität stark angestiegen und oft unbeherrschbar geworden. Die mangelnde Transparenz über interne Auswirkungen der sortimentsseitigen Komplexität und das Fehlen vielfaltsspezifischer Informationen führen zu einem unkontrollierten Anstieg der Produkt- und Prozesskomplexität.

Das Heilmittel kann nur in einer systematisch strukturierten Definition des angebotenen Sortiments bestehen, die mit der Ausgestaltung der zugrunde liegenden Produktarchitektur einhergeht. Der Merkmalbaum dient dabei der notwendigen Visualisierung der marktseitigen Produktmerkmale mit ihren verfügbaren Ausprägungen, um im Rahmen der Produktplanung und bei Analysen bestehender Produkte Simulationen durchführen und Szenarios bewerten zu können, die bei einer Entscheidungsfindung über strategische Schwerpunkte im Produktsortiment wertvolle Informationen liefern [29]. Der Aufbau erfolgt anhand der Produktmerkmale und ihrer verschiedenen Ausprägungen, wodurch die einzelnen Produktvarianten sauber strukturiert und unter Berücksichtigung marktseitiger und technischer Einschränkungen („Zwänge“ und „Verbote“ bei Kombinationen bestimmter Merkmals-Ausprägungen) im „Merkmalbaum“ grafisch dargestellt werden (Bild 12) [30].

Der Merkmalbaum entsteht in seiner Grundstruktur zu Beginn eines Entwicklungsprojektes und bedarf dann der ständigen Anpassung und Weiterentwicklung. Um diese Anpassungen und Weiterentwicklungen des Merkmalbaumes systematisch steuern zu können, werden die Merkmale in sogenannte Merkmal-Cluster zusammengefasst, die sich nach dem Zeitpunkt der erforderlichen Eingrenzung entlang des Entwicklungsprojektes gliedern. Diese Festlegung der Merkmalscluster wird aus dem Lösungsraum-Management abgeleitet. Demzufolge dient der Merkmalbaum in der frühen Phase der Entwicklung besonders der Übersetzung der eingeräumten Freiheitsgrade in die

sortimentsseitige Merkmalstruktur. Mit zunehmender Konkretisierung der Entwicklung werden die zur Verfügung stehenden Freiheitsgrade zunehmend eingeschränkt, um so das Sortiment für die adressierten Marktsegmente zu präzisieren (Bild 12).

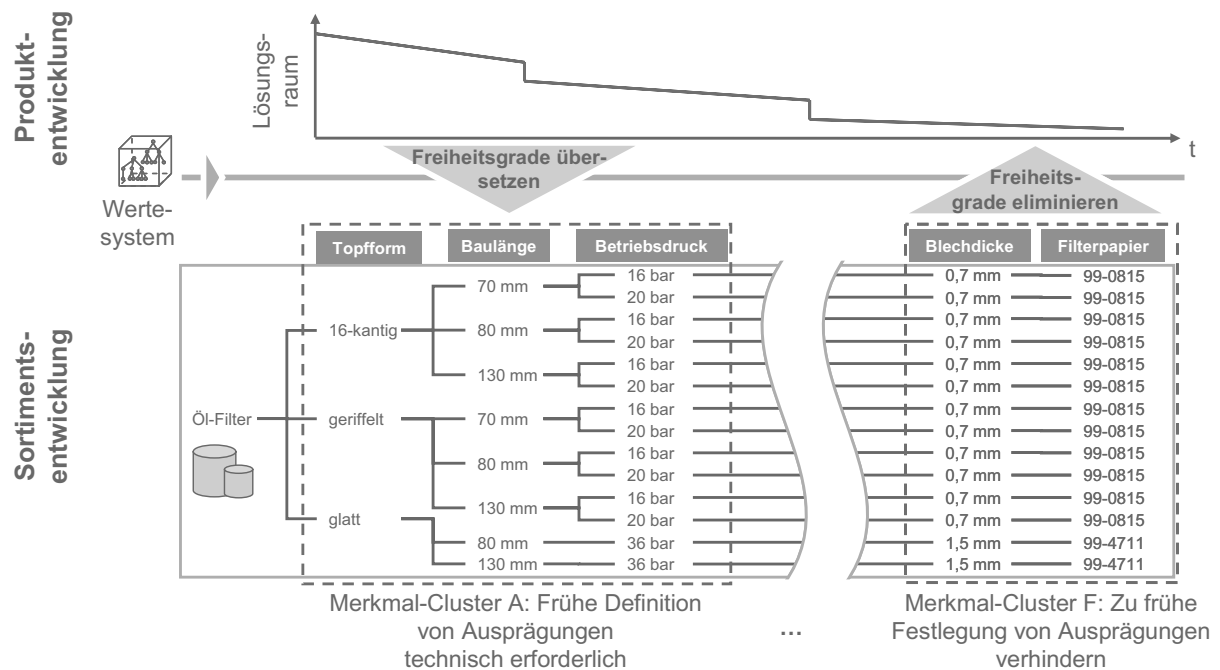


Bild 12: Merkmal-Cluster am Beispiel eines Ölfilters

Die Firma Festo AG & Co. KG ist ein erfolgreiches Beispiel für die praktische Interpretation der Logik, die entwicklungsseitigen Freiheitsgrade in Kombination mit der Sortimentsdefinition in Form eines individualisierbaren Produktbaukastens sukzessive einzuschränken.

Die intelligente Anwendung der Merkmalsdefinition besteht dort vor allem in der stufenweise aufeinander aufbauenden Sortimentsdefinition, bei der auf der ersten Stufe eine Vielzahl an Standardprodukten als Massenprodukt mit hohen Skaleneffekten auf dem globalen Markt vertrieben werden kann. Die Kombination der Standardprodukte zusammen mit regionalen Anpassungen auf der zweiten Stufe stellt einen Schritt in Richtung kundenindividueller Lösungen dar und erzielt so bei hohen Skaleneffekten eine starke Kundenakzeptanz in regionalen Märkten. Auf der äußersten Stufe der Sortimentsdefinition werden die konfigurierten Standardprodukte um kundenindividuelle Lösungen erweitert. Der darin enthaltene Engineering-Aufwand generiert durch ein hohes Maß an Individualität die entsprechende Zahlungsbereitschaft bei den Kunden. Die Erfolgsstrategie der Festo-Sortimentslogik liegt in der Beherrschung der marktseitigen Komplexität zu einem besonders frühen Zeitpunkt in der Sortimentsdefinition. Bereits auf der Funktionsebene werden technische Schnittstellen vereinheitlicht und eine kundenspezifische Individualisierung wird erst auf der Ebene der endgültigen Produktrealisierung zugelassen. Mechatronische Konzepte unterstützen hierbei die Schnittstellenkommunalität und erhalten damit die Kombinierbarkeit der Standardprodukte und Bauteile auf allen Anwendungsebenen. So gelingt es Festo, integrierte Lösungen auf allen Anwendungsebenen anzubieten und damit den Markt gleichzeitig mit globalen wie auch regionalen Produkten zu bearbeiten, ohne dabei auf die Ausnutzung von Skaleneffekten verzichten zu müssen.

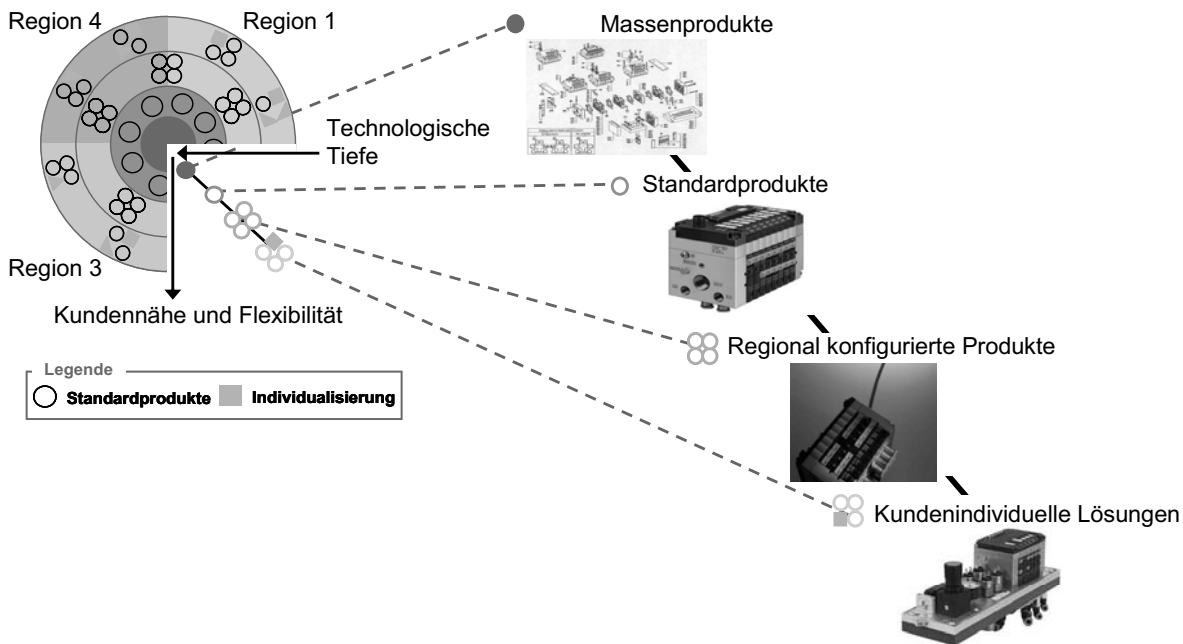


Bild 13: Sortimentsoptimierung bei der Firma Festo

Zusammenfassend lassen sich durch den frühen Einsatz des Merkmalbaums und die Strukturierung in Merkmal-Cluster Entwicklungsaktivitäten schon früh auf ein optimales Produktsortiment fokussieren, ohne dabei auf die notwendige Flexibilität in der Entwicklung verzichten zu müssen. Die Synchronisation von Merkmal-Clustern und Freiheitsgraden des Lösungsraum-Managements fördert dabei die einander angepasste Entstehung von Sortiment und Produktstruktur.

2.6 Wertstrom definieren gemäß der Projekt-Partitur

Unter einem Wertstrom versteht man alle Aktivitäten (sowohl wertschöpfend als auch nicht-wertschöpfend), die notwendig sind, um ein Produkt vom Rohmaterial bis in die Hände des Kunden oder durch den Entwicklungsstrom vom Produktkonzept bis zum Produktionsstart zu bringen [31]. Den Wertstrom zu optimieren heißt am Gesamtbild zu arbeiten und nicht nur einzelne Teilprozesse zu betrachten.

Für die Umsetzung einer Wertstromoptimierung und der Gestaltung einer Partitur ist zunächst eine Differenzierung zwischen repetitiven und kreativen Aufgaben erforderlich. Bislang erfolgen Aktivitäten in der F&E nahezu durchgängig im Rahmen von komplexen Projektstrukturen. Eine Unterscheidung zwischen repetitiven und kreativen Tätigkeiten wird nur unzureichend getroffen. Die Strukturierung von Innovations- und Entwicklungsprozessen hin zu einer höheren Wertoptimierung muss auf Basis dieser Besonderheit zwischen repetitiven Prozessen und kreativen Prozessen in der F&E differenzieren (Bild 14).

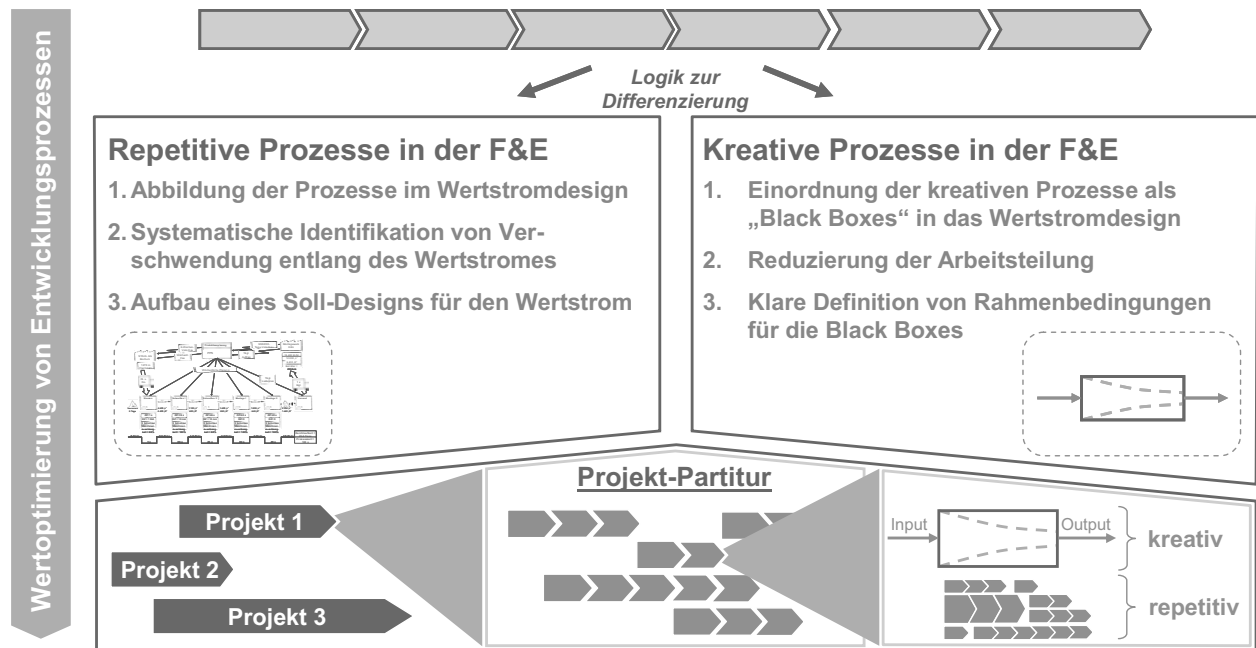


Bild 14: Wertstromoptimierung durch stringente Differenzierung von repetitiv und kreativ

Die Kopplung der einzelnen repetitiven und kreativen Aufgaben innerhalb eines Entwicklungsprojektes sowie die Schnittstellen auf Multiprojektebene werden mittels einer Partitur gestaltet. Analog zur Partitur eines Dirigenten, die alle Einzelstimmen des Orchesters vollständig auflistet, visualisiert die Partitur in der Entwicklung alle Aufgaben und Aktivitäten eines Entwicklungsprojektes. Die Partitur ist als umfassendes Instrument zu betrachten: Berücksichtigt die klassische Darstellung des Produktentwicklungsprozess (PEP) in der Praxis meist nur einen unvollständigen Ausschnitt der Aufgaben und Rollen eines Entwicklungsprozesses, beinhaltet die Partitur dagegen alle anfallenden Aufgaben und Rollen. Zu oft weisen klassische Arbeitspläne von Projekten heute in der Analogie zur Partitur aber nur drei von zehn erforderlichen Einzelstimmen auf. Eine weitere Dimension wird durch die Detaillierung der Auflösung erzeugt. Je nach Art der Tätigkeit variiert der Detaillierungsgrad. Sind kreative Aufgaben schwer zu beschreiben und im Detail nicht darstellbar, um Freiraum für Lernen und Kreativität zu lassen, können repetitive Aufgaben hingegen meist sehr genau beschrieben werden.

Die Wertstromanalyse bzw. das „Value-Stream-Mapping (VSM)“ ist eine Methode, um die Material- und Informationsflüsse von repetitiven, im Detail gut abbildbaren Tätigkeiten zu erkennen, zu verstehen und zu verbessern. Die Analyse der Prozesse beginnt mit der Abbildung des aktuellen Zustandes in Form einer Wertstromkarte. Auf Basis der aktuellen Wertstromkarte kann nach Morgan in fünf aufeinander folgenden Schritten der neue, verbesserte Wertstrom entworfen werden [32]:

1. Bewerten des aktuellen Wertstroms anhand der Wertstromkarte: An welchen Stellen findet im Prozess Verschwendung statt? Wo treten Probleme entlang des Material- und Informationsflusses auf?
2. Identifizieren von Verbesserungspotenzial: An welchen Stellen sind die Ursachen für Verschwendung zu identifizieren?
3. Analysieren der Potenziale: Durchführung einer Root-Cause-Analyse, um zur tatsächlichen Ursache des Problems zu gelangen, bevor Gegenmaßnahmen entworfen werden
4. Entwerfen von Gegenmaßnahmen: Sammeln der mögliche Gegenmaßnahmen
5. Zeichnen der Wertstromkarte für den Zielzustand: Einbinden der Gegenmaßnahmen in den Entwurf des neuen Wertstromdesigns

Die Visualisierung der repetitiven Tätigkeiten legt meist schon eine hohe Zahl an Verbesserungsmöglichkeiten dar: Auf Basis der Wertstromkarte lassen sich auch typische Formen der Verschwendung identifizieren, wie zum Beispiel redundante Aufgaben, Wartezeiten oder unvollständige Übergaben von Aufgaben im Entwicklungsprozess.

Der Wertschöpfungsanteil kreativer Prozesse profitiert weniger von einer derartigen Detaillierung, sondern wird durch die Nutzung von Prozessmodulen im Sinne von „Bilanzhüllen“ optimiert. Die Einplanung der kreativen Module in den Entwicklungsprozess fokussiert die Definition der äußeren Schnittstellen der Prozessmodule in Form von Zielvorgaben, Eingangsgrößen, Budget und Zeitrahmen und weit weniger auf den inneren Aufbau. Optimierungsziel von kreativen Aufgaben ist in der Regel die Steigerung der Effektivität. Effektivitätsziele sind beispielsweise Kundenorientierung, Innovativität und Anforderungsgerechtigkeit. In der Partitur sind diese Elemente auf einem sehr geringen Detaillierungsgrad eher als „Black-Box“ anzusehen.

Die Optimierung des Konstruktionsprozesses im Liebherr-Werk Nenzing repräsentiert ein Beispiel für die erfolgreiche Differenzierung und Optimierung kreativer und repetitiver Tätigkeiten zugunsten einer drastischen Erhöhung des Wertschöpfungsanteils in der Entwicklung. Das Liebherr-Werk Nenzing entwickelt und produziert Schiffs-, Hafenmobil- und Bohrinselfräsen sowie Hydro-Seilbagger und Raupenkräne. Besonders bei maritimen Kränen fällt ein bedeutender Anteil der Entwicklungsleistung auf die zeitintensive Konstruktion komplizierter Aufstiege und Begehungen (Podeste, Treppen, Leitern, etc.). Die Konstruktion der Begehungen erfolgt bei Liebherr vielfach kundenindividuell und erfordert dadurch umfangreiche Engineering-Leistungen. Zur Reduzierung des Engineering-Aufwands entwickelte Liebherr in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum V-Research Dornbirn eine innovative Lösung zur automatischen Detailkonstruktion von kostenoptimalen Konstruktionsalternativen zur Begehung von maritimen Kränen. Diese Lösung unterstützt benutzerorientiert die kreativen Tätigkeiten bei der Konzeption einer Begehung und automatisiert auf dieser Basis repetitive Konstruktions- und Berechnungstätigkeiten. Der entscheidende Hebel in der Automatisierung der Konstruktion liegt darin, dass der Mensch nicht in der Lage ist, kognitive Vorgänge und Prozesse wiederholbar zu durchlaufen. Durch die Hinterlegung eines dynamischen und allgemeinen formulierten Regelwerks sowie aufwändiger Optimierungsalgorithmen kann nun sichergestellt werden, dass auf Basis der kreativen Eingaben der Entwickler ein optimaler Prozess für die konstruktive Ausgestaltung der Begehungen durchlaufen wird. Zur Entwicklung dieser Lösung wurden auf Basis der Abbildung des Expertenwissens der Chefkonstruktoren die notwendigen Tätigkeiten zur Erstellung einer vollständigen Baugruppenkonstruktion erfasst. Ein großer Teil der Tätigkeiten befasste sich mit der Einhaltung landesspezifischer Normen und Vorgaben der Statik, der Berücksichtigung der Machbarkeit und der resultierenden Kosten einer nachfolgenden Fertigung. Dieser Teil der Aufgaben wurde bei der Optimierung des Konstruktionsprozesses mit dem Ziel angegangen, den Konstrukteur zukünftig bei seinen wertschöpfenden Tätigkeiten, insbesondere der kundenindividuellen Anpassung, zu entlasten. Der neue Konstruktionsprozess reduziert die Variationsmöglichkeiten des Konstrukteurs auf wenige, aber sinnvolle und erforderliche Eingabeparameter. Die übrigen Parameter zur Generierung und Optimierung der Baugruppen finden anschließend über einen regelbasierten Konstruktionsprozess statt (Bild 15). Das hinterlegte kombinatorische Optimierungsmodell wird mittels einer analytischen Kalkulationsmethode auf Basis der Mengengerüste (Stücklisten und Arbeitspläne) bewertet. Der Algorithmus zur Generierung der Baugruppen greift dabei auf einen Baukasten mit Standardbauteilen wie zum Beispiel Steher, Kragarme oder Profile zurück, die in zwei Klassen unterteilt werden: Bibliotheksteile mit einem oder mehreren veränderbaren Parameter(n) sowie nach Regeln zu generierende Bauteile mit definiertem Rohmaterial. Die funktionalen bzw. konstruktiven Anforderungen einer Baugruppe sind bei einem Podest beispielsweise spezielle Befestigungslogiken unter Berücksichtigung der Flächenlasten mittels Kragarmen oder normgerechten Zustiegsmöglichkeiten.

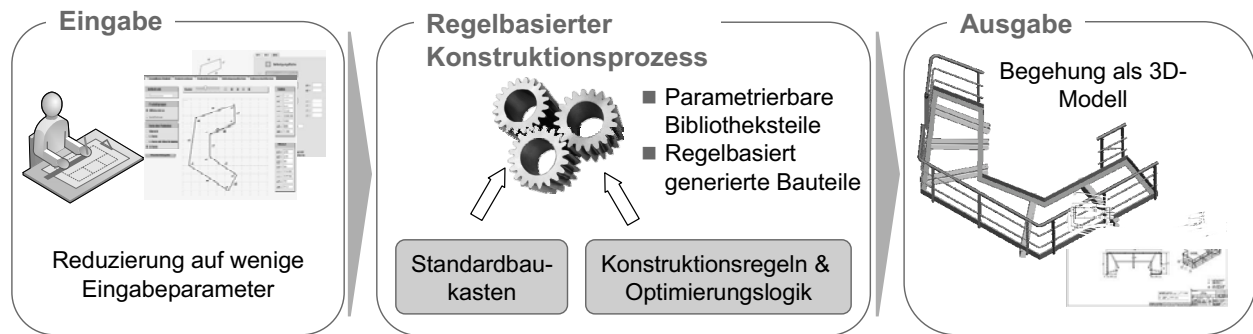


Bild 15: Automated Design-to-Cost Ansatz bei Liebherr

In Fällen aufwändiger Offshore-Krane erforderte die vollständige Auslegung und Ausgestaltung von Aufstieg und Begehungen Konstruktionszeiten von bis zu 150 Konstruktionsstunden. Diese Begehungen lassen sich nun in einem Bruchteil des Zeitaufwandes dokumentieren.

Wie das Schreiben einer Partitur ist das Wertstromdesign eine Methode, um eine Vielzahl von Akteuren und Prozessen miteinander zu synchronisieren. Wichtig für das Redesign des Wertstroms ist es, die Potenziale der eigenen Projekt-Partitur richtig einzuschätzen, und Verschwendung schnell aus der Partitur zu streichen sowie identifizierte Verbesserungen zügig zu implementieren.

2.7 Kapazitäten wirksam planen mit einem Glättungsmodell

Eine konsequent wertstromorientiert ausgerichtete F&E setzt voraus, zum richtigen Zeitpunkt über in diesem Moment gefragte Fähigkeiten in der erforderlichen Kapazität verfügen zu können. Vor allem für Unternehmen, die vielfältige Entwicklungsprojekte parallel planen und steuern, ist die Kapazitätsplanung ein entscheidender Faktor bei der Realisierung einer Lean Innovation. Falsch eingesetzte Kapazitäten führen zu Ineffizienzen im Prozess oder zu Überlast bei den Mitarbeitern und somit zur Einschränkung von Kreativität und Qualität.

Die kontinuierliche Planung und Steuerung mit Hilfe eines projektübergreifenden Kapazitätsmodells wirkt diesen Verschwendungsformen durch einen bedarfsgerechten Einsatz der Kapazitäten entgegen. Ein solches Kapazitätsmodell muss belastbare Langzeitprognosen erzeugen und kurzfristig auftauchende Engpässe aufzeigen und beherrschen helfen. Entscheidend ist, dass die Planung und Steuerung der Kapazitäten sich an einem Regelkreis orientieren, der die reale Verwendung von Fähigkeiten kontinuierlich mit dem Planwert abgleicht (Bild 16).

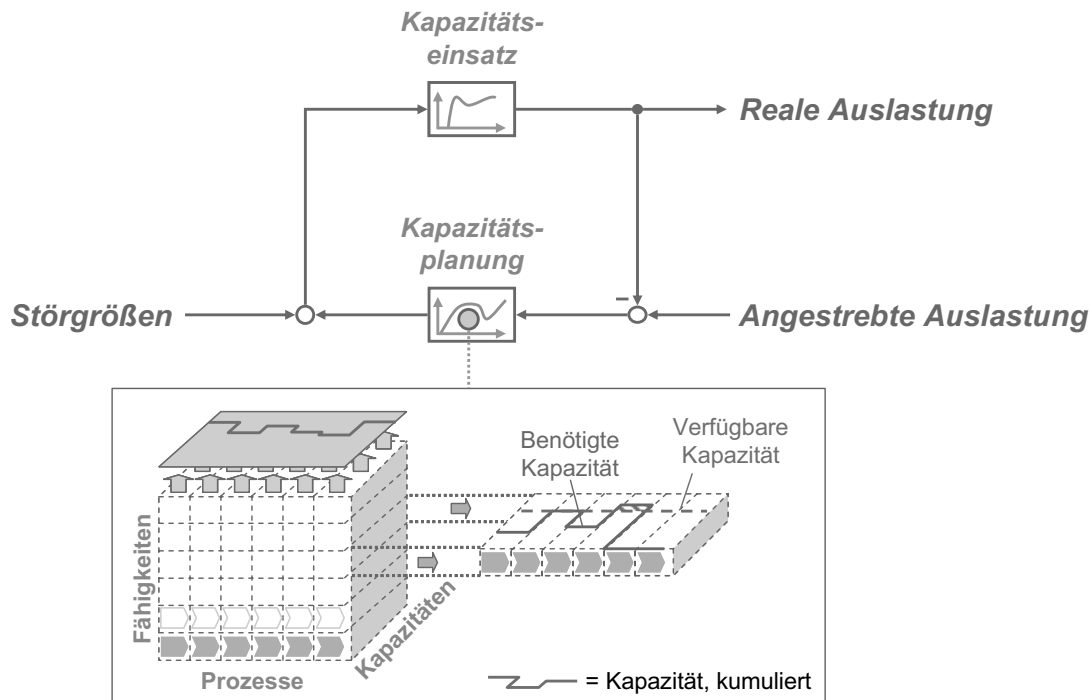


Bild 16: Fähigkeitenbasiertes Kapazitätsmodell als Regelkreis in der Lean Innovation

Die Regelung erfolgt fähigkeitsbasiert. Hierfür sind zunächst die im Entwicklungsprozess relevanten Fähigkeiten zu definieren, um Mitarbeiterprofile zu erzeugen. Die Profile dienen der Ermittlung der vorhandenen fähigkeitsspezifischen Kapazität, die zusammen mit den eingesetzten Kapazitäten die Regelgröße darstellen. Die Kapazitätsplanung berücksichtigt die Abweichung zur angestrebten Auslastung, der Führungsgröße im Regelkreis. Sie umfasst sowohl die Zuordnung der Kapazitäten zu Entwicklungsprojekten als auch die langfristige Sicherung bzw. den Ausbau der Kapazitäten z.B. durch Personalentwicklungsmaßnahmen. Zudem legt die Planung die Grundlage für eine Make-or-Buy-Entscheidung von Entwicklungsaufwänden und Entwicklungsdienstleistungen, die auf diese Weise systematisch geplant werden können.

Beispiele von Unternehmen, die bereits Schritte in Richtung eines fähigkeitsbasierten Kapazitätsmodells und -regelkreises unternommen haben, zeigen im Wesentlichen zwei Probleme in der Umsetzung: Zum einen steht die typischerweise bestehende Machtverteilung zwischen Linienverantwortlichen und (ggf. um Kapazitäten konkurrierenden) Projektleitern einem idealtypischen Staffing im Wege. Kapazitäts- und Fähigkeitsbedarfen aus Projektsicht wird dann nicht entsprochen, da die Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten zwischen beiden Anspruchsgruppen nicht klar und einheitlich geregelt sind. Zum anderen werden benötigte Fähigkeiten nicht systematisch auf Basis der Projektbedarfe aufgebaut, weiterentwickelt und dann auch entsprechend eingesetzt. Vielmehr besteht latent die Tendenz, im Sinne des „negativen Dominoeffektes“ Kapazitäten ohne direkte Betrachtung zugrunde liegender Fähigkeiten dort einzusetzen, wo vermeintlich diese am dringendsten benötigt werden. Der Einsatz von Fähigkeiten in der F&E-Organisation wird oft nicht klar priorisiert. Projekte mit Spezialistenbedarf ordnen sich den dringendsten Bedarfen dann in der Regel unter.

In einer vergleichbaren Situation befand sich Toyota Ende der achtziger Jahre. Durch das schnelle Unternehmenswachstum traten strukturelle Defizite der Projektorganisation in der F&E zutage, die zu Problemen im reibungslosen Ablauf der Entwicklungsvorgänge führten. Die Organisationsstruktur „platzte aus allen Nähten“, was dazu führte, dass weder Teams noch Projekte klar überschaubar waren und ein systematisches Projekt-Staffing nur noch bedingt aufrechterhalten werden konnte. Zu dieser Zeit gab es 7.000 Beschäftigte in der F&E, die im Durchschnitt jeweils

an 15 Projekten gleichzeitig arbeiteten [33]. Die Projektleiter, damals noch *Shusa*², mussten Mitarbeiter aus 48 Abteilungen in 12 Entwicklungsbereichen koordinieren. Die *Shusa* waren Ingenieure mit langer Berufserfahrung, die ein sehr hohes Ansehen genossen und denen sehr großer Respekt seitens der Mitarbeiter entgegen gebracht wurde. Durch das implizite Verständnis von Ehre und Gehorsam ergaben sich in diesem Zusammenhang Probleme, neue und junge Ingenieure effizient einzusetzen, da diese dem „weisen Vorgesetzten“ nicht widersprechen wollten, wenn sie andere Vorschläge hatten. Des Weiteren ergaben sich Defizite in der gezielten Weiterentwicklung von Fähigkeiten: Ingenieure verloren durch die hohe Spezialisierung den Überblick über das Gesamtsystem Fahrzeug, was aber eine Fähigkeit war, die sie brauchten, um später als *Shusa* ein Gesamtfahrzeug zu konzipieren. Zusammengefasst ließen sich die Projekte mangels Übersichtlichkeit in allen Bereichen nur ineffizient steuern [33]. Man beschloss, mit der Initiative „Future Project 21 (FP21)“ die Strukturen der F&E im Hinblick auf transparente, konstruktive Machtverhältnisse und eine bedarfsgerechte Entwicklung von Fähigkeiten und deren Einsatz zu reorganisieren. Das Resultat war eine komplette Neustrukturierung der F&E im Jahr 1992 [34]. Die gesamte F&E wurde in vier Center strukturiert: Center I für die Entwicklung von Heckantrieb-Fahrzeugen, Center II für Frontantrieb-Fahrzeuge, Center III für Sport Utility Vehicle (SUV) und Vans sowie ein viertes Center für Forschungs- und Vorentwicklungsprojekte. Diese Struktur wurde im Zuge des zunehmenden Erfolgs der Marke Lexus erneut angepasst, so dass heute die meisten heckgetriebenen Fahrzeuge sowie Vans und SUV durch Center I, die frontgetriebenen Fahrzeuge durch Center II und Lexus-Fahrzeuge exklusiv im Center III entwickelt werden. Geblieben ist ein viertes Center für die Grundlagenforschung sowie eine zentrale Komponenten- und Systementwicklung, die kommunale Baugruppen über die einzelnen Center hinweg entwickelt. Bild 17 visualisiert die gegenwärtige Organisation der F&E bei Toyota.

Eine zentrale Rolle in der Organisation nimmt der sog. Chief Engineer ein, der gemeinsam mit einem kleinen, ihm zugeordneten Stab die Fahrzeugprojekte leitet. Er hat sehr umfassende Entscheidungskompetenzen und wird intern als „Voice of the Product“ (Übersetzung „Stimme des Produktes“) titulierte. Der Chief Engineer ist persönlich für den Kundennutzen eines Fahrzeugs verantwortlich. Dieses hochgradig verantwortungsvolle Projektleitersystem hat Toyota über Jahrzehnte entwickelt und vorangetrieben [37]. Der Erfolg dieses Systems wird dadurch untermauert, dass in Studien wiederholt gezeigt werden konnte, dass Unternehmen mit Projektleitern mit sehr umfangreichen Kompetenzen ihre F&E-Projekte besonders zuverlässig abwickeln und Produkte mit besonders hoher Kundenakzeptanz entwickeln (vgl. z.B. [38]). Die Linienvorgesetzten hingegen haben kein Mitspracherecht bei der technischen Ausgestaltung der Produktkonzepte, sondern verantworten die Mitarbeiter- und Wissensentwicklung sowie das Projekt-Staffing gemäß Planvorgaben. Sie führen Performance-Reviews ihrer Ingenieure durch, pflegen Checklisten zur Bewertung des in ihrem Bereiches vorhandenen Wissens, unterstützen methodisch bei technischen Fragestellungen wie z.B. der Erhöhung des Gleichteileanteils in den Projekten und stellen sicher, dass Entwicklungsaktivitäten dem „State-of-the-art“ entsprechen [39].

² Im Unterschied zum heutigen „Chief Engineer“, siehe unten

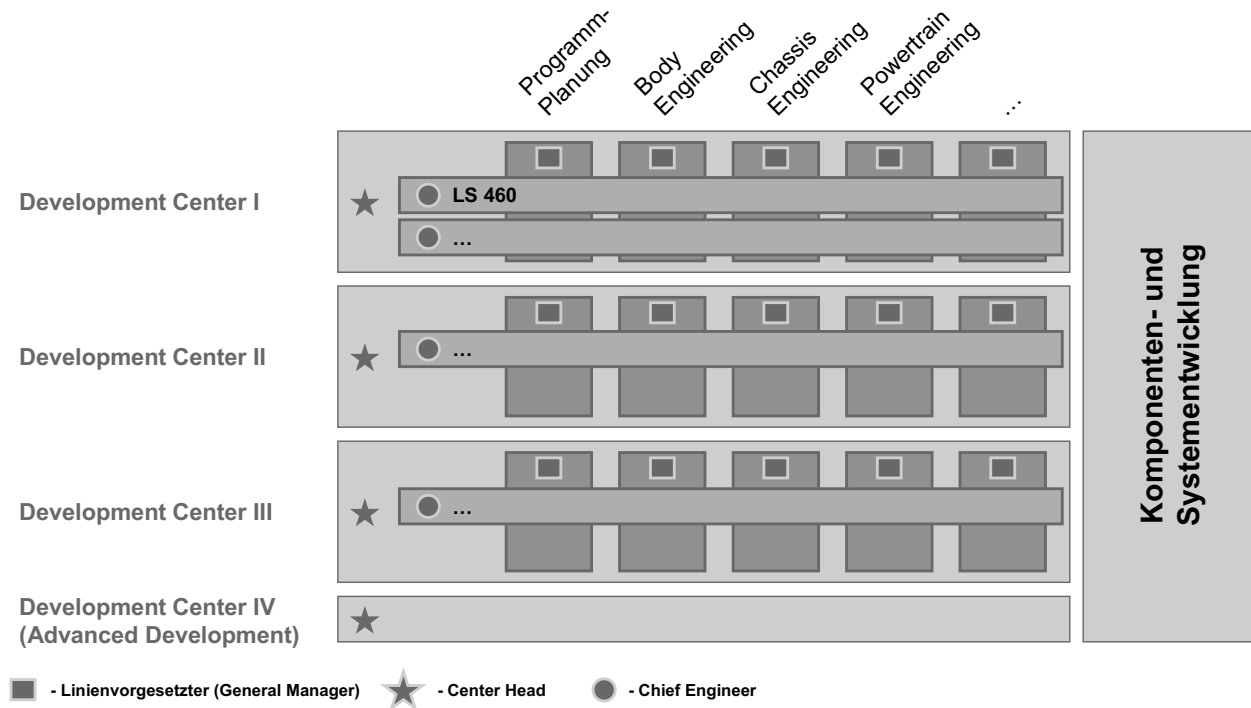


Bild 17: Organisation der Toyota-Entwicklungszentren (in Anlehnung an [36])

Für die Glättung der Prozesse und der Kapazitätsbelastung in den einzelnen Projekten weist die bei Toyota geschaffene, dargestellte Center-Struktur die folgenden Vorteile gegenüber dem vorherigen Zustand auf:

1. Die Größe der zentral zu steuernden Entwicklungseinheiten wurde durch die Center-Struktur auf ein einfacher handhabbares Maß reduziert: Die Center haben maximal 1.900 Mitarbeiter, die rund fünf Fahrzeugprojekte betreuen.
2. Vereinfachung der Linienorganisation: Zahlreiche Fachabteilungen konnten in der enger spezialisierten Center-Struktur zusammengefasst werden, um so die Organisationskomplexität zu reduzieren. Beispielsweise wurden zwei vorher separate Abteilungen für „Interior Body Engineering“ sowie „Exterior Body Structures“ zusammengelegt zu einem „Body Engineering Department“.
3. Sog. Center Heads zeichnen verantwortlich für die Projektplanung im Center, haben aber keinen Einfluss auf die technischen Konzepte. Sie nehmen eine Mittlerrolle zwischen Linienvorgesetztem und den Chief Engineers wahr, die die Projekte inhaltlich leiten. Jeder Center Head betreibt eine umfangreiche Projektprogramm-Planung mit jeweils rund 200 Mitarbeitern – rund 10% der Entwicklungskapazität eines Centers [34]. Toyota verfügt damit bis heute über präzise definierte Plandaten mit sehr genauer Nachverfolgung der tatsächlichen Kosten und Zeiten.

Zum gezielten Aufbau von Fähigkeiten durchlaufen Ingenieure in ihren ersten Jahren bei Toyota gezielt gesteuert verschiedene Abteilungen ihres jeweiligen Centers, die jeweils zueinander in Bezug stehen (z.B. Türenentwicklung und Außenhaut oder Interieur und Akustik). Auf diese Weise bekommen die Ingenieure ein besseres Verständnis für die angrenzenden Aufgabenfelder und den eigenen Einfluss auf diese. Während dieser Zeit steht ihnen ein Betreuer zur Seite, der ihnen im Sinne eines Mentors die Fähigkeiten vermittelt, die sie in allen Bereichen ihrer Tätigkeit benötigen. Außerdem legen die jungen Ingenieure (unter zehn Jahre Praxiserfahrung) ihre Entwürfe dem Mentor zur Ansicht vor. Durch den Mentor gewinnen die Ingenieure an Entwicklungserfahrung, indem sie Fragestellungen bekommen, die gezielt auf eine bestimmte Lösung weisen

sollen, anstelle immer genau gesagt zu bekommen, was zu tun ist. Erst danach hat man den Status eines vollwertigen Ingenieurs („It takes ten years to make a body engineer“) [40].

Zusammenfassend bedingen ruhige und geglättete Prozesse in der F&E einen hohen Fokus auf die Kapazitätsplanung und einen durchgängigen Regelkreis zwischen Kapazitätsplanung, -verwendung und -entwicklung. Eine Unterbrechung dieses Regelkreises steht einem optimalen Einsatz der wertvollsten Grundlage einer Lean Innovation – den Fähigkeiten der Mitarbeiter – diametral entgegen.

2.8 Einfach synchronisieren durch Taktung

Ruhige Prozesse mit maximaler Nutzung von Skaleneffekten projektintern und -übergreifend bedingen eine durchgängige und konsistente Synchronisation aller Aktivitäten. Durch die Kreativität und die hohe Komplexität der Abläufe in F&E erscheint es bislang aber nur schwer möglich, Prozessabfolgen präzise zu synchronisieren. Hierzu ist die konsequente Differenzierung von repetitiven und kreativen Prozessen ein erster Schritt (vgl. Kapitel 2.6) [41]. Bei repetitiven Prozessen handelt es sich um standardisierbare Prozesse der F&E, die meist viel Raum zur Effizienzsteigerung offenbaren. Die Herausforderung liegt hier vor allem in der Identifikation von Pseudo-Komplexitäten, denn die meisten Tätigkeiten und Aktivitäten erscheinen in Teilen schwer planbar. Ein Großteil der Tätigkeiten im Entwicklungsprozess ist aber nach feinerer Aufschlüsselung der Arbeitsschritte weniger von Erfahrung und Expertise abhängig als gemeinhin angenommen. Die Einführung einer gleichmäßigen Prozesstaktung in der F&E analog zur Produktion ist Voraussetzung für den nächsten Sprung hinsichtlich Zeit- und Kostenoptimierung. Die Taktung impliziert die Gewährleistung eines kontinuierlichen Flusses von Aufgaben und Informationen nach dem Vorbild der Wertstromorientierung des Lean Manufacturing (siehe Bild 18). Bei repetitiven Aufgaben in der F&E ist die Formulierung standardisierbarer Aufgaben und Aufgabenpakete eine Voraussetzung, um eine Taktung einführen zu können [42]. Die gleichmäßigen Takte können als „Etappenziele“ gesehen werden, zu denen vordefinierte Ergebnisse zu erreichen sind. In den Takten kann die Auslastung der einzelnen Beteiligten durch eine entsprechende Bündelung von Tätigkeiten verbessert werden. Die Taktung der repetitiven Aufgaben hat neben der Glättung von Kapazitäten auch den Zweck, den zugrunde liegenden Takt auf die kreativen Aufgaben zu übertragen. Über die Abhängigkeit der kreativen Projektaktivitäten von den repetitiven Prozessen gibt der Takt einen projektweiten Rhythmus vor.

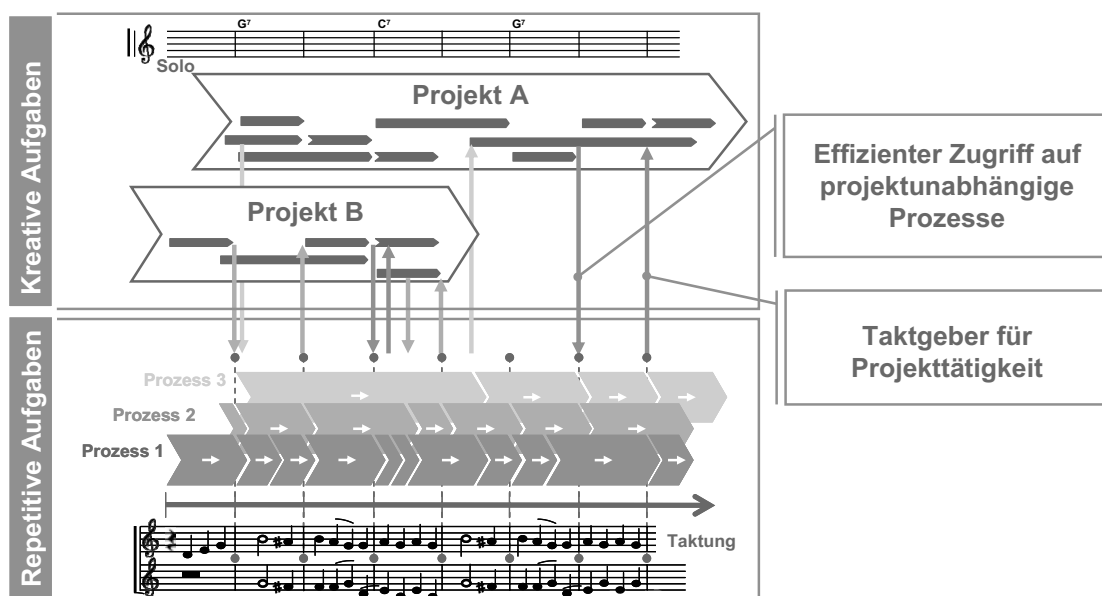


Bild 18: Repetitive Aufgaben als Taktgeber für Projektaktivitäten

Auch beim Orchester gilt für alle Musiker der gleiche Takt. Standardisierbare Aufgaben lassen sich dabei in ihrer Abfolge genau definieren und dem Takt passen – analog zum Sinfonieorchester. Aber auch kreative Aufgaben müssen sich an Grundmelodie, Basslinie und Takt halten – wie dies z.B. auch für Jazzensemble gilt. Nur auf einer klaren definierten Basis kann der Solist gekonnt improvisieren. Der kreative Freiraum eines Solisten ist für seine Improvisation auf Tonlage und Dauer eingeengt. Die Dauer der Improvisation ist einzig gesteuert durch den Takt und seine Geschwindigkeit, die je nach Interpretation eines Stückes durch den Dirigenten festgelegt wird und über die gesamte Partitur für alle Musiker gleichermaßen gilt.

Zur Realisierung einer solchen Taktung sind die der Taktung speziell in der F&E zuwider laufenden Einflüsse zu berücksichtigen, indem zum Ausgleich entsprechende Freiräume in der Planung geschaffen werden. Insbesondere der Einfluss unvorhergesehener Änderungen bspw. durch nicht geeignete Konzepte erschwert die Einhaltung einer stringenten Prozesstaktung.

Ähnlich zu den Eingriffen beim Lean Manufacturing sind beim Auftreten ungeplanter Probleme oder Verzögerungen, die aufgrund des kreativen Anteils nicht immer vermeidbar sind, der Takt und die im Takt ablaufenden Vorgänge anzuhalten, so dass die Aufmerksamkeit aller Beteiligten auf das aufgetretene Problem gerichtet ist. Zur erfolgreichen Beherrschung einer anforderungsgerechten Produktqualität dürfen auftretende Fehler in der Produktentwicklung nicht verschleppt werden. Vielmehr gilt es, diesen die maximale Aufmerksamkeit zu widmen. Der kontraintuitive Effekt gleicht der „Andon-Reißleine“ am Fließband von Toyotas Fertigung, mit der bei Produktfehlern der gesamte Produktionsfluss von jedem Mitarbeiter gestoppt werden kann: Die Fehlerquote wird durch ein höheres Bewusstsein für auftretende Fehler und deren Ursachen im eigenen Umfeld des Mitarbeiters zurückgehen.

Das Medizintechnikunternehmen Aesculap AG & Co. KG ist ein Beispiel für die signifikanten Potenziale der erfolgreichen Umsetzung eines Taktgefühls in der F&E. Aesculap versorgt Gesundheitsmärkte weltweit mit Produkten für alle chirurgischen Kernprozesse. Zum Produktprogramm gehören chirurgische Instrumente, Implantate, Endoskope, chirurgische Motorensysteme, Nahtmaterial, Containersysteme und Produkte für die Gefäßtherapie. Hinter dieser Vielfalt innovativer Produkte steht ein komplexes Spektrum von über 400 Entwicklungsprojekten, die gleichzeitig in Bearbeitung sind. Mit zunehmender Anzahl an Entwicklungsprojekten und steigender thematischer Breite der Projektlandschaft wurde bei Aesculap zunehmend offensichtlich, welches signifikante Potenzial eine optimale Synchronisation der Einzelprojekte birgt. In der Ausgangssituation vor rund zwei Jahren wurden Projekte noch unabhängig voneinander priorisiert. Projekte griffen parallel, aber unsynchronisiert auf zentrale Ressourcen in Betriebsmittelkonstruktion, Prototypen-/ Werkzeugbau u.a. zu. Hieraus resultierten naturgemäß immer wieder Terminverzögerungen durch Engpässe und nicht eindeutig definierte Prioritäten, die dann in einem verspäteten Umsatz resultierten. Außerdem war die Umsetzung möglicher Skaleneffekte zwischen Projekten durch die dezentrale Projektsteuerung erschwert.

Vor diesem Hintergrund wurde bei Aesculap Mitte 2006 eine zentrale Rolle zur Synchronisation der Projektlandschaft definiert und eingeführt. Diese Rolle bezeichnet Aesculap als „Lotse“. In der Analogie zur Seefahrt gilt der Seelotse laut Seelotengesetz (SeeLG) nicht zur Schiffsbesatzung, sondern Seelotse ist, „wer Schiffe als Berater geleitet“. Der Lotse bei Aesculap ist nicht Teil des Projektteams, sondern begleitet Projekte als Prozessmanager, räumt Schwierigkeiten aus und wahrt ein stetiges Augenmerk der Projekte auf Termintreue – insbesondere an für die Synchronisation der Projektlandschaft kritischen Punkten. Jeder Lotse betreut 12 Projekte als Prozesscoach, unterstützt die Ressourcenplanung und zeigt ggf. Optionen auf. Seine zentrale Verantwortung besteht darin, drohende Engpässe frühzeitig zu erkennen, den kritischen Pfad zu identifizieren und erforderliche Entscheidungen schnell herbeizuführen. Diese zentrale Verantwortlichkeit für das Management des kritischen Pfades, die in vielen Fällen im Tagesgeschäft unterzugehen droht, für die Synchronisation der Projektlandschaft aber essentiell ist, führte zu einer sprunghaften Verbesserung der Termintreue der Entwicklungsprojekte bei Aesculap.

Bild 19 zeigt das Potenzial auf, dass der Paradigmenwechsel bei Aesculap in Richtung „Termin-einhaltung als Primärtugend“ bereits gehoben hat.

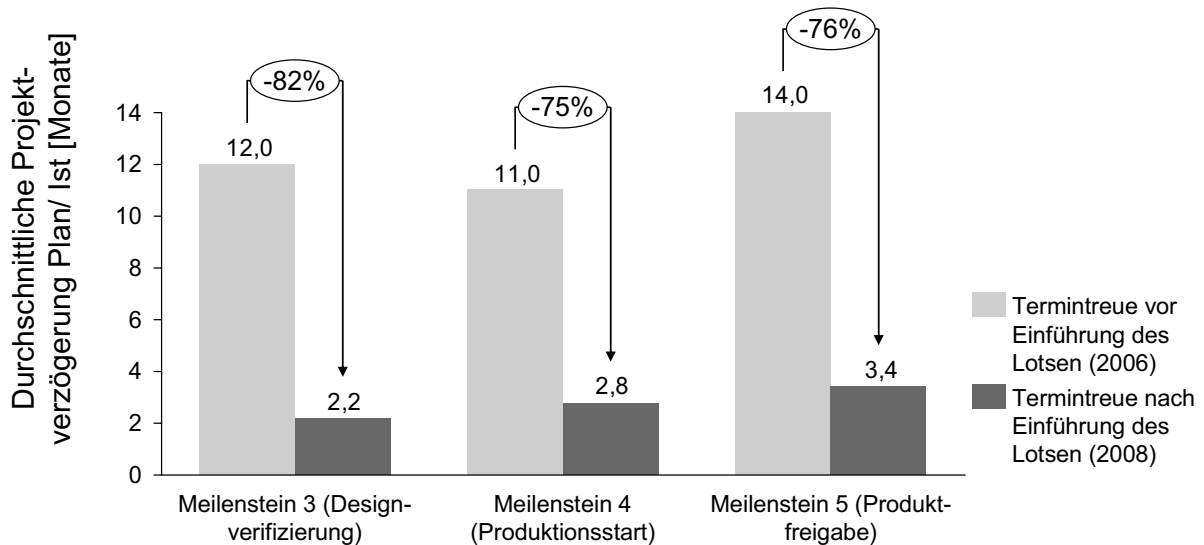


Bild 19: Verbesserung der Termintreue durch aktives Prozessmanagement [43]

Durch die Einführung einer zentralen Verantwortlichkeit für das Management des kritischen Pfades der Projekte, des Lotsen, ließ sich die Termintreue an zentralen Meilensteinen drastisch verbessern – von rund 12 Monaten durchschnittlichem Verzug 2006 auf unter drei Monate in 2008. Die erreichte Reduzierung in der durchschnittlichen Verzögerung befähigt erst die zielsichere Planung und Erschließung von Skaleneffekten. Vielen Unternehmen hingegen, die den Fokus auf Termineinhaltung, Taktung und Synchronisation in ihrer F&E weit weniger erfolgreich umsetzen, steht dieses Nutzenpotenzial nicht offen. Die erfolgreiche Umsetzung von Taktung und sicherer Termineinhaltung in der F&E birgt heute in der Regel noch signifikante Potenziale.

2.9 Systematisch perfektionieren durch ein ganzheitliches Robustheitsmodell

Große Rückruf-Aktionen, wie sie bspw. durch die Medien aus der Automobil-Industrie bekannt geworden sind, sind nicht nur mit hohen Kosten, sondern oft auch mit einem Prestige- und Vertrauensverlust beim Kunden verbunden. Sie stehen exemplarisch für die zunehmend von Zuverlässigkeits- und Robustheitsproblemen geplagten Märkte für Industrie- und Konsumgüter. Dies liegt an internen und externen Störfaktoren, die Einfluss auf Teilfunktionen des Produktes nehmen und schlimmstenfalls zu einer Beeinträchtigung des Produktwertes aus Kundensicht führen [44]. Ziel der Lean Innovation ist es, Produkte robust gegenüber dem Einfluss interner und externer Störfaktoren zu entwickeln. Das Robustheitsmodell der Lean Innovation dient der Identifikation von Stör- und Steuerfaktoren: Letztere haben einen regulierenden, ausgleichenden Einfluss auf die durch Störfaktoren beeinträchtigten Funktionen. Das Robustheitsmodell wird aus der Funktionsstruktur eines Produktes abgeleitet, wodurch erstens ein bauteilübergreifendes Optimierungspotenzial erschlossen wird und zweitens die Interdependenz zwischen Störfaktoren, Steuerfaktoren und Funktionen transparent bleibt. Die Analyse der Robustheit einer Funktion erfolgt durch die Beschreibung der konzeptionellen Eingabeleistung, der Funktionslogik und der Ausgabeleistung. Anschließend werden mögliche Störfaktoren, welche die Funktionslogik variieren können, identifiziert und ausgleichende Steuerfaktoren abgeleitet (Bild 20). Um Störfaktoren möglichst vollständig aufzunehmen, ist eine Strukturierung in die folgenden Bereiche hilfreich [45]:

- Innere Störfaktoren
 - Teil-zu-Teil-Variationen (z.B. Variationen der Kontaktkraft einer Kontaktfeder)
 - Veränderung über der Zeit (z.B. Verschleiß)
- Äußere Störfaktoren
 - Unterschiede im Nutzungsprofil (z.B. Kunde)
 - Umweltbelastung (z.B. Feuchtigkeit, Staub) oder mechanische Beanspruchung
 - Störeinflüsse benachbarter Systeme (z.B. Wärmeeinwirkung oder Emissionsstrahlungen)

Der Status Quo der Robustheit der Teilfunktionen lässt sich anschließend in einem Portfolio darstellen, auf dessen Achsen die Anzahl existierender Störfaktoren sowie der Einfluss der existierenden Störfaktoren aufgetragen werden (Bild 20).

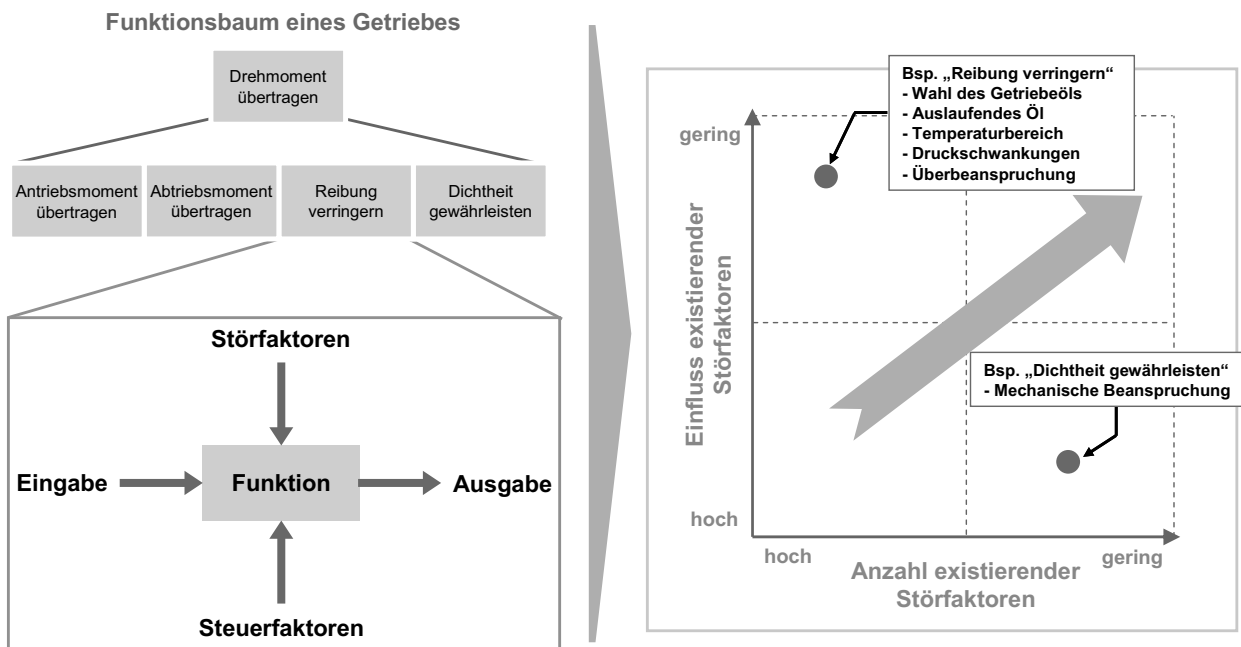


Bild 20: Funktionsorientiertes Robustheitsmodell für technische Produkte

Die Auswahl und Anwendung möglicher Steuerfaktoren zielt auf die Reduzierung der Störfaktoren und die Reduzierung des jeweiligen Einflusses auf die Funktion ab. Dabei ist darauf zu achten, dass der Aufwand für die Steuerfaktoren wirtschaftlich ist. Interdependenzen zu anderen Funktionen sind zu prüfen. Für interne Störfaktoren ist die vollständige Eliminierung des Störfaktors in der Regel zu präferieren. Bei externen Störfaktoren ist darauf zu achten, ob durch die Eliminierung nicht auch Wert aus Sicht des Kunden vernichtet wird und besser kompensierende Steuerfaktoren zur Anwendung kommen sollten.

Wie in Bild 20 auf der rechten Seite dargestellt, ist am Beispiel eines Getriebes die Teilfunktion „Reibung verringern“ immer noch vergleichsweise vielen Störfaktoren ausgesetzt, von denen jedoch kein einzelner zur direkten und/ oder unbemerkten Schädigung der Funktion oder des gesamten Getriebes führt. Ein Gegenbeispiel stellt die Funktion „Dichtheit gewährleisten“ dar, die mit hochwertigen Materialien und robusten Produktionsprozessen relativ unempfindlich realisiert werden kann, bei größerer mechanischer Beanspruchung wie zum Beispiel einem Sturz des Getriebes vom Montageplatz jedoch auch nicht mehr gewährleistet werden kann.

Ein Beispiel für neue Entwicklungsabläufe zur Erhöhung der Robustheit sicherheitsrelevanter Fahrzeugfunktionen ist das „Modellbasierte Entwickeln von Assistenzsystemen (MBE)“ im Bereich der Nutzfahrzeugentwicklung der Daimler AG [46]. Die sicherheitskritische Software für die Steuergeräte von Fahrerassistenzsystemen wird in traditioneller Entwicklung gemäß den Vorgaben des Lastenheftes entwickelt und kann erst im Fahrzeug integriert auf Systemverhalten, Funktionalität und Zuverlässigkeit überprüft werden. Die Kombination der Vielzahl an Funktionen und möglicher Störfaktoren führt allerdings zu einem exponentiellen Anstieg des Testaufwandes, wodurch sich im fertigen Fahrzeug nicht mehr alle möglichen Systemzustände testen lassen (Bild 21 links).

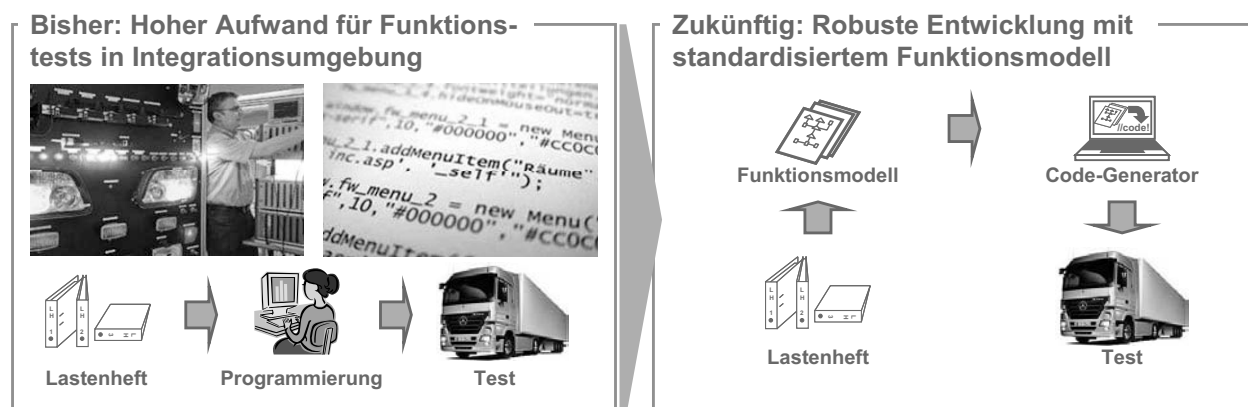


Bild 21: Modellbasiertes Entwickeln robuster Steuergeräte für Assistenzsysteme [46]

Beim modellbasierten Entwickeln lässt sich die Robustheit einer Funktionalität bereits sehr früh im Produktentwicklungsprozess sicherstellen. Hierbei wird nach der Dokumentation der Anforderungen auf einen definierten Funktionsbaukasten für Steuergeräte zurückgegriffen und ein Funktionsmodell auf Basis standardisierter Funktionskomponenten aufgebaut. Dieses Funktionsmodell wird nun im Verbund mit Funktionen anderer Steuergeräte und Komponenten getestet. Anschließend kann das Funktionsmodell durch die Verwendung standardisierter Produktfunktionen mit einem Code-Generator in Software umgesetzt werden (Bild 21 rechts). Die sorgsam getestete und damit abgesicherte Funktionslogik des Code-Generators beugt dabei der Entstehung weiterer Fehler beim Übersetzen der Anforderungen in Code vor.

Das Beispiel der Daimler-Assistenzsysteme-Entwicklung zeigt, wie eng die robuste Produktentwicklung an ein robustes Design des Entwicklungsprozesses anknüpft, und dass die frühe Anwendung eines Robustheitsmodell bereits auf Funktionsebene nicht nur der Vermeidung teurer Rückrufaktionen, sondern auch der Effizienzsteigerung im Entwicklungsprozess dienen kann.

2.10 Gezielt derivieren durch Release-Management

Um eine kontinuierliche Führungsposition für die eigenen Produkte am Markt und im Wettbewerb zu sichern, ist häufig ein kontinuierlicher Strom an Neuerungen förderlich. Dies zeigen zahlreiche Untersuchungen aus der Erfolgsfaktorenforschung z.B. anhand des deutlich höheren Umsatzanteils neuer Produkte bei profitableren und gleichzeitig stärker wachsenden Automobilzulieferern – trotz annähernd gleicher Entwicklungsaufwendungen [47]. Komplette Neuentwicklungen sind von Zeit zu Zeit erforderlich, erlauben aber die erforderliche Verstetigung nicht. Gerade bei vielschichtigen Produkten oder Lösungen bietet es sich an, deren Architektur modular zu gestalten und den kontinuierlichen Strom an Neuerungen zu erzeugen, indem die Frequenz der Modullebenszyklen gezielt geplant und sicher in den Produkt- bzw. Derivatlebenszyklen umgesetzt wird (Release-Management). Bild 22 zeigt die Verstetigung der „Produktfrische“ anhand einer vergleichenden Lebenszyklusdarstellung aus der Automobilindustrie. Die negativen

Effekte von „Veraltungsintervallen“ werden leichter kompensiert bzw. in den Vorteil einer größeren Neuerungsfrequenz überführt [48].

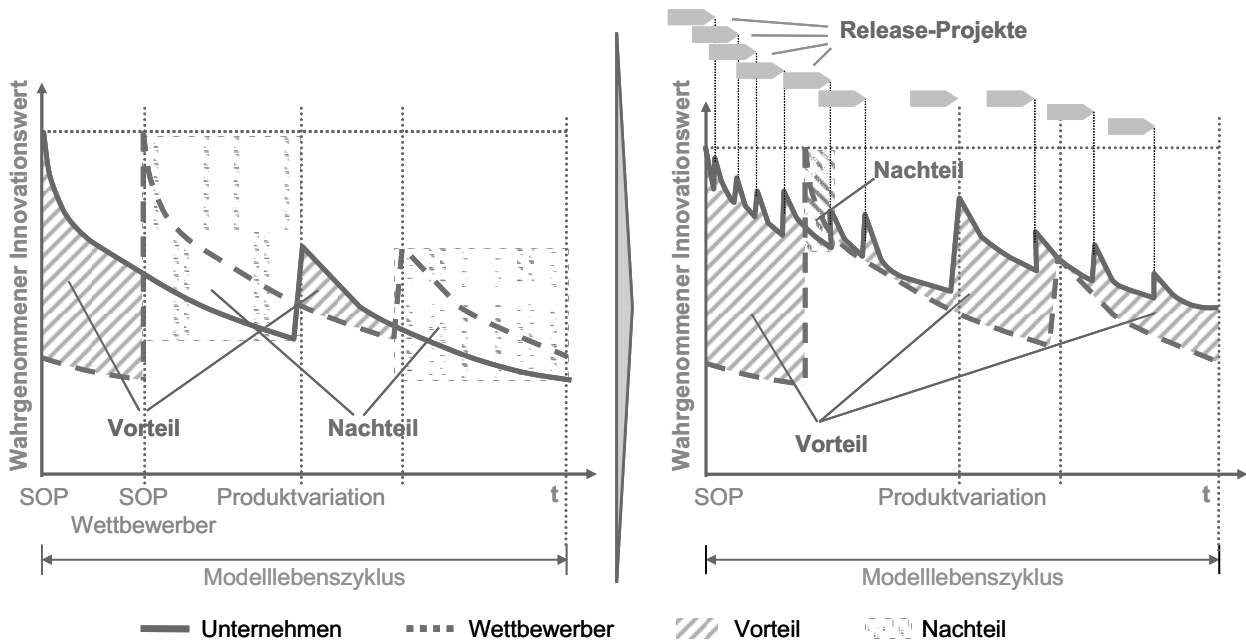


Bild 22: Innovationsbeitragsentwicklung mit und ohne Derivatkonzept

Hier gilt es unter den Rahmenbedingungen der Produktprogrammplanung einen vernünftigen Weg zu finden, damit die Neuproduktrate steigt und gleichzeitig vorhandene Technologien und Anwendungen wieder verwendet werden können. Diesen Weg zeigt das systematische Management von Produkt- und Modul-Releases. Ziel ist es, die optimalen Zyklen für Weiterentwicklung, Substitution oder Ergänzung spezifischer Release-Einheiten zu identifizieren. Hierfür sind die Einheiten systematisch nach Bedeutung sowie Nachhaltigkeit des Innovationsbeitrages zu bewerten. Anschließend müssen die Releases sinnvoll gruppiert und zeitlich gestaffelt werden. Die Staffelung der Releases ist bei der Definition der Produktarchitektur zu berücksichtigen und hat einen signifikanten Einfluss auf die Definition von modularen Schnittstellen (vgl. Kapitel 2.4) [49].

Bild 23 zeigt dies in schematischer Form. Einige Systemlieferanten für die Automobilindustrie haben in dieser Hinsicht große Stärken aufgebaut und erzielen so auch einen stetigen Aufwuchs ihrer Leistungsumfänge.

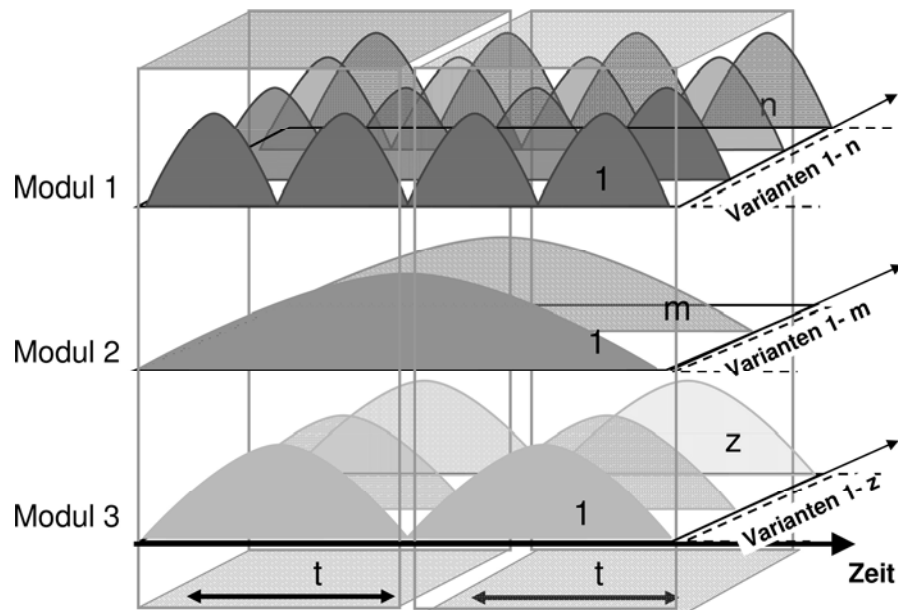


Bild 23: Release-Engineering als Grundlage der Modulplanung [50]

Fallbeispiele aus der Branche Softwarelösungen für die Produktentwicklung bieten Ansatzpunkte für branchenübergreifende Vorgehensstransfers. Das Release-Management der Parametric Technology Corporation (PTC) befasst sich mit der prozessorientierten Gesamtlösungsebene für ein durchgängig integrales Produktentwicklungssystem und der eher produktorientierten Ebene einzelner enthaltener Software-Anwendungen.

Die Gesamtlösungsebene orientiert sich beispielsweise an den Anforderungen für Durchgängigkeit, Informationssicherheit und Änderungsflexibilität in den Abläufen von und zwischen Industrieunternehmen rund um deren Produktentstehungs- oder Engineer-to-Order-Prozesse. Diese Prozesse werden branchenspezifisch in einem Prozesshaus dargestellt und detailliert. Daraus werden die Anforderungen an einen nahtlosen Prozessdurchlauf, z.B. das Festlegen von Kundenanforderungen, deren Abbildung in Produktfunktionalitäten sowie deren Realisierung in der Konstruktion bis hin zu automatisiert gepflegten Produktunterlagen und Fertigungsplänen abgeleitet. Daraus ergeben sich je PTC-Release neue Möglichkeiten der „digitalen Wertschöpfungskette“ für die Anwender im Unternehmen aus den verschiedenen Abteilungen mit ihren spezifischen Software-Anwendungen (z.B. Engineering Calculations, MCAD, Simulation, Technische Dokumentation).

Nachgeordnet zu dieser übergreifenden Lösungsebene werden die Anforderungen für die einzelnen Anwendungsbausteine definiert. Sowohl diese Bausteine als auch die Gesamtlösungsebene unterliegen einer zeitlich gestaffelten und aufeinander abgestimmten Roadmap, die in der Freigabe der Releases für die einzelnen Anwendungsbausteine bzw. das gesamte Product Development System zum Ausdruck kommt.

Damit dieses Konzept in der Organisation umsetzbar ist, wurde das PTC-Produktmanagement nach den beiden Dimensionen „Prozesse“ und „Softwareprodukte“ strukturiert. Die prozessorientierten Produktmanager definieren die branchenspezifischen Prozesse aus dem Erfahrungsschatz mit insgesamt rund 50.000 Kunden in der installierten Basis und stellen Anforderungen anhand von Best bzw. Successful Practices. Das Leistungsvermögen des PTC-Lösungsspektrums wird ständig dagegen gemessen und Verbesserungsmöglichkeiten in den einzelnen Softwareprodukten bzw. deren Zusammenspiel aufgezeigt. Marktanalysen und Lead Customers helfen bei der Priorisierung und zeitlichen Staffelung der Umsetzung. Jede Umsetzungsaufgabe wird auf „Make“ oder „Buy“ Optionen untersucht und entsprechend eingeplant. Dementsprechend ergeben sich die Vorgaben für die produktorientierten Produktmanager.

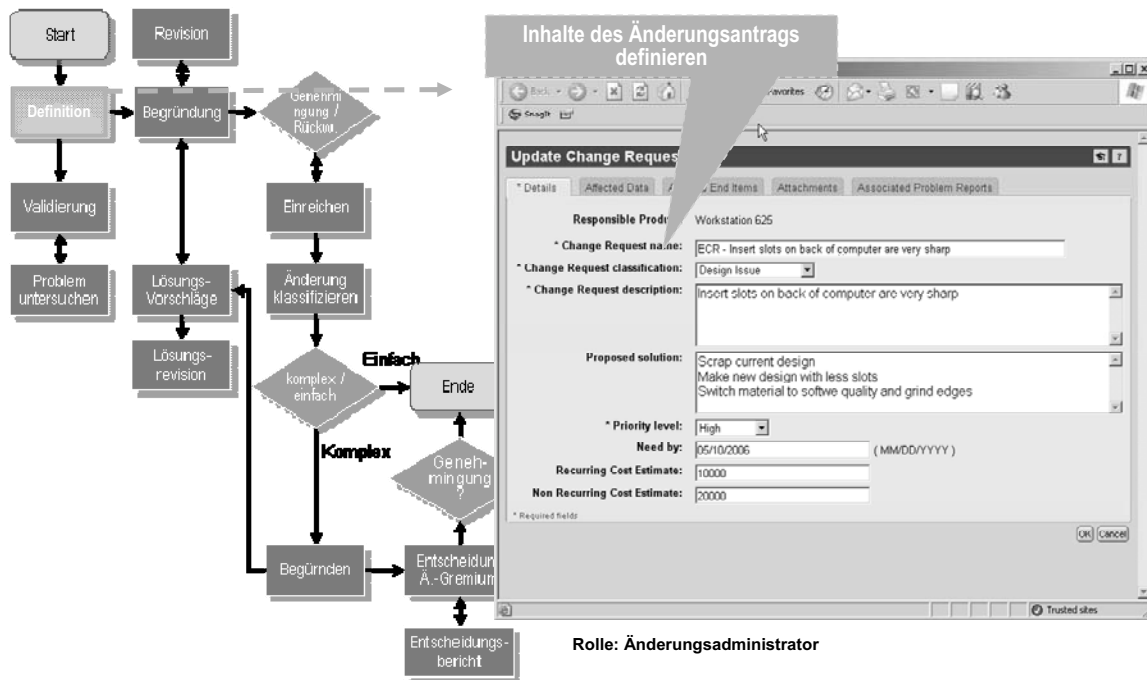


Bild 24: Definition branchenspezifischer Kundenprozesse (Ausschnitt aus dem Änderungswe-
sen) und detaillierte Validierung bei PTC

Jedes neuentwickelte Release wird anhand dieser Vorgaben produkt- und prozessorientiert getestet und freigegeben, um einerseits leistungsstärkere und innovativere Möglichkeiten zu bieten und andererseits Funktions- und Prozesssicherheit zu gewährleisten.

Ein zunehmend bedeutsamer Nebeneffekt ist der Einsatz dieser Methodik bei der unmittelbaren planerischen Zusammenarbeit mit Kunden im Sinne eines „Realized Value Program“, bei dem die vorzufindenden Ist-Prozesse des Kunden gegen den vorliegenden Erfahrungsschatz auf ihren Reifegrad sowie Verbesserungsmöglichkeiten und –wege untersucht werden. Daraus wiederum resultiert ein nutzenorientiertes „Release-Management“ für den Auf- und Ausbau einer installierten Basis in der IT-Landschaft, die zufriedenstellende Adoption durch die einzelnen Anwender im Kundenunternehmen und damit die Erfüllung der geplanten Prozessverbesserungsziele.

3 Lean Innovation – Initiierung des Veränderungsprozesses

Die Umsetzung von Lean Innovation stellt abhängig vom Reifegrade der F&E-Prozesse im Ist-Zustand möglicherweise eine fundamentale Veränderung für ein Unternehmen dar mit Wirkung auch auf Unternehmensbereiche außerhalb der F&E. An erster Stelle steht eine verstärkte Integration der Produktion und des Marketing, allerdings werden auch die Bereiche Vertrieb, Einkauf und Controlling vom Wandel zu einer Lean Innovation nicht unberührt bleiben.

Eine grundsätzliche Arbeitstruktur zur Planung und Umsetzung der Lean Innovation stellt der General Management Navigator (GMN) (Bild 25) dar. Er besteht aus vier plus eins Arbeitsfeldern für den Wandel: Initiierung, Positionierung, Wertschöpfung, Veränderung und Performance-Messung. Mit diesen Feldern wird das Strategische Management nicht nur statisch erfasst, sondern die Felder sind so angeordnet, dass sie – ausgehend von der Initiierung – eine prozessuale Betrachtung ermöglichen [51].

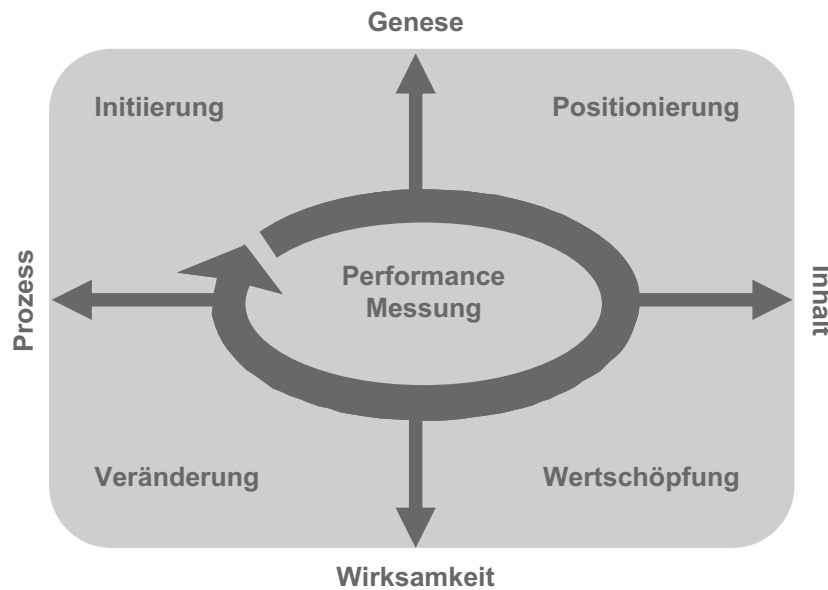


Bild 25: Struktur des General Management Navigator [51]

In der Phase der Initiierung gilt es, die Initiative zum Wandel in Richtung Lean Innovation zu beginnen. Da die Prozessorientierung ein wesentlicher Bestandteil der Lean Innovation ist, empfiehlt sich für die Initiierung des Wandels das „Down-up“-Prinzip, als Kombination von „Top-down“ und „Bottom-up“-Ansatz zur Verknüpfung strategischer Grundsatzentscheidungen mit operativen Gestaltungsmaßnahmen [52]. Bei der Positionierung geht es um die Bestimmung des Verhältnisses zwischen Unternehmen und den Anspruchsgruppen seiner Umwelt. Die Position eines Unternehmens steht in enger Verbindung mit seinem „Innenleben“, d. h. seinen Fähigkeiten und wertschöpfenden Prozessen. Strategische Initiativen, die die Wertschöpfung eines Unternehmens betreffen, sind daher auf die Entwicklung und/ oder Verbesserung organisationaler Fähigkeiten gerichtet. Die Felder Positionierung und Wertschöpfung werden durch den systematischen Ansatz von Lean Innovation im Sinne einer dezidierten Berücksichtigung der Kunden, des Wettbewerbs, der Lieferanten und besonders der eigenen Mitarbeiter sowie der Gestaltung von wertorientierten und synchronisierten Prozessen beantwortet.

Wesentlich für den Erfolg der Lean Innovation ist jedoch besonders das vierte Feld des GMN – die Veränderung. Hier entscheidet sich, ob und wie die entworfenen Maßnahmen operative Wirksamkeit erlangen und in der Lage sind, das Unternehmen zu verändern. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass F&E-Bereiche nicht nur technische Systeme zur Entwicklung von Produkten sind, sondern auch soziale Systeme, in denen verhaltenswissenschaftliche Phänomene eine besondere Rolle spielen. Strategische Initiativen können sich hier entfalten, an Momentum gewinnen oder untergraben und in ihrer Wirksamkeit behindert werden. In diesem Zusammenhang ist besonders auf drei große Barrieren im Veränderungs-Management Rücksicht zu nehmen. Eine erste, große Barriere liegt in der menschlichen Eigenart im Umgang mit Komplexität. Menschen neigen oft dazu, vorschnell zu handeln, ohne das System und die Interaktivität der Variablen einer adäquaten Analyse unterzogen zu haben. Die Konsequenz ist immer die Flucht in den Aktionismus [53]. Eine zweite Barriere ist das persönliche Selbstverständnis Einzelner. Nahezu alle Veränderungsprozesse attackieren nicht nur Strukturen und Prozesse, sondern auch das Selbstverständnis des Einzelnen. So fragt sich möglicherweise der Entwickler, warum gerade er auf den Vertrieb oder die Produktion zugehen soll. Eine dritte Barriere des Veränderungs-Managements ist jene der Kultur eines Unternehmens. Es ist nur der kleinste Teil dessen, was wirklich relevant und der Beobachtung direkt zugänglich ist. Alles, was Normen, Werte, Glaubenssätze und Grundannahmen betrifft, ist in der Regel nicht bewusst und explizit beschrieben. Es sind aber gerade diese Themen, die die größte Wirkung erzielen. Das fünfte Feld des GMN behandelt die Performance

Messung. Eine rein finanzwirtschaftliche Messung des Veränderungsprozesses reicht im Falle einer Lean Innovation-Initiative nicht aus. Der Trend der letzten Jahre hin zu umfassenden, mehrperspektivischen und schon frühzeitig rückkoppelnden Ansätzen ist für die Umsetzung von Lean Innovation unumgänglich. Die Struktur des General Management-Navigators wird durch die vertikale und horizontale Achse gegliedert. Die vertikal verlaufende Achse stellt die Genese der operativen Wirksamkeit des Veränderungsprozesses gegenüber. Damit soll erstens die strategische Initiative um all die Prozessverläufe erweitert werden die empirisch und theoretisch von Relevanz sind. Zweitens die Betonung auf die Gestaltung des Wandels gelegt werden, im Gegensatz zur „einfachen Implementierung“ der verabschiedeten Strategien. Die horizontal verlaufende Achse basiert auf der Unterscheidung in einen „Strategy Process“ und einen „Strategy Content“. Wie bereits an anderer Stelle angeführt, kann anhand der Lean Innovation Prinzipien der rechte Teil des GMN ausgestaltet werden. Dabei darf jedoch nicht die Herausforderung des linken Teils vernachlässigt oder unterschätzt werden.

Für die Einführung der Lean Innovation wurde am WZL ein Lean Innovation-Reifegradmodell entwickelt (Bild 26). Die Entwicklung der F&E-Prozesse verläuft dabei im Sinne einer stetigen Verbesserung entlang fünf Stufen: Während auf der untersten Stufe („ad hoc“) noch keine Orientierung an den Lean Management-Prinzipien in der F&E zu erkennen ist, entwickelt sich diese Lean-Orientierung stufenweise bis zum Status der Stufe fünf („Lean optimised“) [4,5]. Hier basiert die F&E-Kultur vollständig auf den Lean Innovation-Leitlinien und eine kontinuierliche Verbesserung wird gelebt.

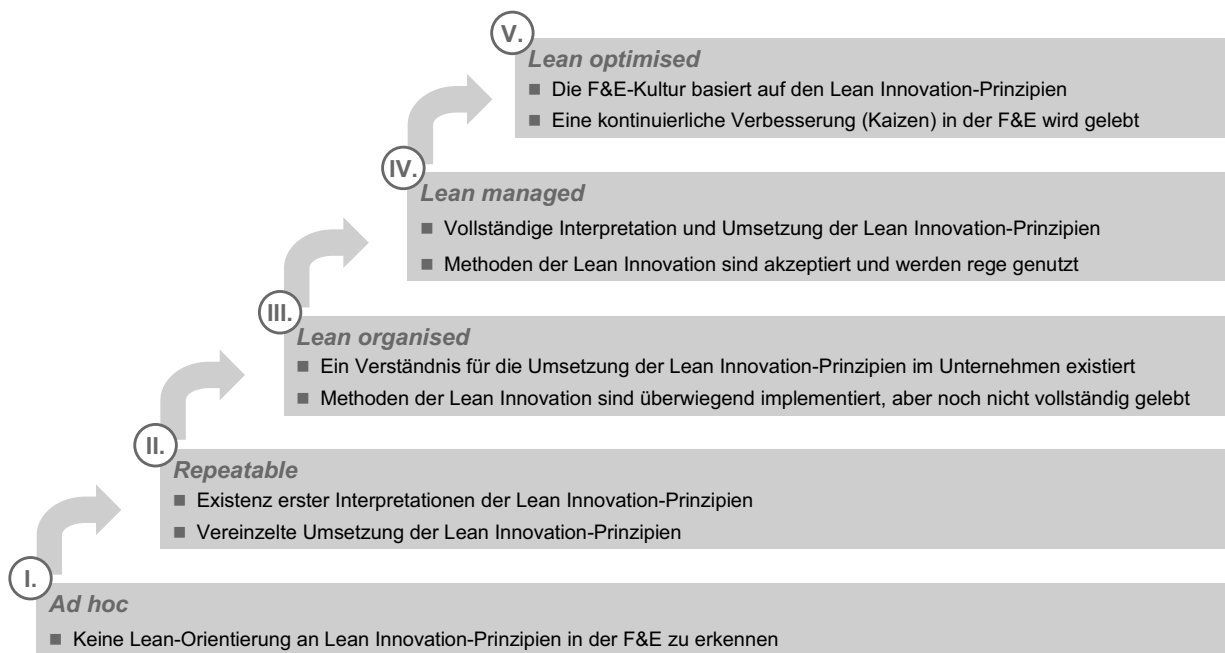


Bild 26: Reifegradmodell für die Einführung von Lean Innovation [54, 55]

Für den Erfolg des Wandels zur Lean Innovation ist der Aufbau einer Unternehmenskultur, die die Notwendigkeit von Veränderung erkennt und die für die Veränderung notwendigen Maßnahmen eigenständig festlegen und umsetzen kann, entscheidend. Diese muss von der Unternehmensleitung aktiv gefördert, gefordert und vorgelebt werden. Veränderungsprojekte scheitern meistens nicht daran, dass die identifizierten Maßnahmen nicht sinnvoll wären, sondern vielmehr daran, diese von den Mitarbeitern mangels Einbindung bei der Maßnahmenentwicklung nicht mitgetragen werden oder die Voraussetzungen einer umsetzungsorientierten Unternehmenskultur nicht gegeben sind [56].

Literatur

- [1] Schuh, G.: Lean Innovation – Die Handlungsanleitung. In: Schuh, G.; Wiegand, B. (Hrsg.): 4. Lean Management Summit – Aachener Management Tage, Apprimus-Verlag Aachen, 2007, S. 12
- [2] Schuh, G.: Produktkomplexität managen – Strategien, Methoden, Tools. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage, Carl Hanser-Verlag, München, 2005, S. 21
- [3] Quelle Bild: Carl Brunn, Sinfonieorchester der Stadt Aachen, 2008
- [4] Womack, J.; Jones, D.: Lean Thinking – Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. Campus-Verlag, New York, 2004, S. 8
- [5] Schuh, G.: Lean Innovation – Die Handlungsanleitung. In: Schuh, G.; Wiegand, B. (Hrsg.): 4. Lean Management Summit – Aachener Management Tage, Apprimus-Verlag Aachen, 2007, S. 7
- [6] Schuh, G.; Lenders, M.; Schöning, S.: Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung. Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, 2007, S. 3
- [7] Hermann, U.: Wahrig – Die deutsche Rechtschreibung. Wissen Media Verlag, Gütersloh, München, 2005, S. 1008
- [8] Malik, F.: Führen, Leisten, Leben. Wirksames Management für eine neue Zeit. Heyne Verlag, Stuttgart München, 2004, S. 159
- [9] Imageprofile. In: Managermagazin 2/2008, S.58
- [10] Range, T.: Ratatazong!. In: Brand eins, 2007, Heft 12, S.
- [11] Schuh, G.; Lenders, M.; Schöning, S.: Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung. Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, 2007, S. 18
- [12] Quelle: Hilti Aktiengesellschaft, 2008
- [13] Eversheim, W.: Organisation in der Produktionstechnik. Springer Verlag Berlin, 1997, S. 1
- [14] Schuh, G.; Lenders, M.; Schöning, S.: Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung. Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen, 2007, S. 13
- [15] Liker, J.: Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. Mcgraw-Hill Professional, New York, 2004, S. 51
- [16] Itazaki, H.: Prius that shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass_Production Hybrid Vehicle. The Kikkan Kogyo Shimbun Ltd., Tokyo, 1999, S. 24
- [17] Liker, J.: Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. Mcgraw-Hill Professional, New York, 2004, S. 56 und Itazaki, H.: Prius that shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass_Production Hybrid Vehicle. The Kikkan Kogyo Shimbun Ltd., Tokyo, 1999, S. 11

- [18] Itazaki, H.: Prius that shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass_Production Hybrid Vehicle. The Kikkan Kogyo Shimbun Ltd., Tokyo, 1999, S. 67
- [19] Liker, J.: Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill Professional, New York, 2004, S. 56 und Itazaki, H.: Prius that shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass_Production Hybrid Vehicle. The Kikkan Kogyo Shimbun Ltd., Tokyo, 1999, S. 70
- [20] Itazaki, H.: Prius that shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass_Production Hybrid Vehicle. The Kikkan Kogyo Shimbun Ltd., Tokyo, 1999, S. 81
- [21] Liker, J.: Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill Professional, New York, 2004, S. 57 und Itazaki, H.: Prius that shook the World: How Toyota Developed the World's First Mass_Production Hybrid Vehicle. The Kikkan Kogyo Shimbun Ltd., Tokyo, 1999, S. 82 ff.
- [22] Liker, J.: Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill Professional, New York, 2004, S. 64
- [23] Ward, A.; Liker, J.; Cristiano, J.; Sobek, D.: Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster. In: Sloan Management Review, 1995, S. 60
- [24] Rapp, T.: Produktstrukturierung. Dissertation der Universität St. Gallen, Gabler Verlag, 1999, S. 126 ff
- [25] Meier, J.: Produktarchitekturtypen globalisierter Unternehmen. Dissertation RWTH Aachen, Shaker Verlag, 2007, S. 91, S. 206 und S. 210
- [26] Schuh, G.: Produktkomplexität managen: Strategien – Methoden – Tools. Hanser Verlag, München, 2005, S. 170 ff.
- [27] Schuh, G.; Deger, R.; Jung, M.; Meier, J.; Lenders, M.: Managing Complexity in Automotive Engineering. Studie des Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und Parametric Technology Corporation (PTC), 2008, S.12
- [28] Quelle: Audi AG, 2008
- [29] Schuh, G.: Produktkomplexität managen: Strategien – Methoden – Tools. Hanser Verlag, München, 2005, S. 299
- [30] Große Entrup, N.: Ein Ansatz im ganzheitlichen Komplexitätsmanagement – 8. Aachener Tagung Komplexitätsmanagement, Aachen; 2008
- [31] Rother, M., Shook, J.: Sehen Lernen. Lean Management Institut, Aachen, 2004, S. 3 f.
- [32] Morgan, J.: High performance product development: A systems approach to a lean product development process. Dissertation an der University of Michigan, 2002, S. 40 f.
- [33] Nobeoka, K.: Reorganizing for Multi-Project Management - Toyota's New Structure of Product Development Centers. Research Institute of Economics and Business Administration, Kobe, Japan, Kobe University, 1995, S. 6

-
- [34] Morgan, J., Liker, J.: *The Toyota Product Development System*. Productivity Press, New York, 2006, S. 146
- [35] Ward, A.; Liker, J.; Cristiano, J.; Sobek, D.: *The Second Toyota Paradox: How Delaying Decisions Can Make Better Cars Faster*. In: *Sloan Management Review*, 1995, S. 49
- [36] Liker, J.: *Toyota Way - 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill Professional, New York, 2004, S. 176
- [37] Morgan, J., Liker, J.: *The Toyota Product Development System*. Productivity Press, New York, 2006, S. 119
- [38] Schuh, G.; Lenders, M.; Schöning, S.: *Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung*. Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, 2007, S. 18
- [39] Morgan, J., Liker, J.: *The Toyota Product Development System*. Productivity Press, New York, 2006, S. 144
- [40] Sobek, D.; Liker, J.; Ward, A.: *Another Look at How Toyota Integrates Product Development*. In: *Harvard Business Review*, July-August 1998, S. 36 ff.
- [41] Schuh, G.: *Lean Innovation – Die Handlungsanleitung*. In: Schuh, G.; Wiegand, B. (Hrsg.): *4. Lean Management Summit – Aachener Management Tage*. Apprimus-Verlag Aachen, 2007, S. 12ff.
- [42] Shepherd, B.: *Process Driven Solutions for Global and Lean Product Development*, In: *Tagungsunterlagen Innovation Leadership Summit 2007*, WZL der RWTH Aachen, 2007
- [43] Quelle: Aesculap AG & Co. KG, Stand 2008
- [44] Taguchi, G.; Clausing, D.: *Robust Quality*. *Harvard Business Review*, January – February 1990, S. 65
- [45] Rehbehn, R.; Zafer, B.: *Mit Six Sigma zu Business Excellence – Strategien, Methoden, Praxisbeispiele*. Publics Corporate Publishing, Erlangen, 2005, S. 222 f.
- [46] Daimler AG, *High-Tech Report 02/2007*, S. 28-31
- [47] Deger, R.; Nonn, C.; Schuh, G.: *Das sind die Kernfähigkeiten der Erfolgreichen*. In: *io new management*, 12/ 2004, S. 40ff.
- [48] Schuh, G.: *Produktkomplexität managen: Strategien – Methoden – Tools*. Hanser Verlag, München, 2005, S. 114
- [49] Schuh, G.; Eversheim, W.: *Release-Engineering – An Approach to Control Rising System-Complexity*. In: *CIRP Annals*, 2004 (53/1), S. 167-170
- [50] Schuh, G.; Deger, R.; Jung, M.; Meier, J.; Lenders, M.: *Managing Complexity in Automotive Engineering*. Studie des Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen und Parametric Technology Corporation (PTC), 2008, S. 21
- [51] Müller-Stewens, G.; Lechner, C.: *Strategisches Management: Wie strategische Initiativen zum Wandel führen*. Schäffer-Poeschel Verlag Stuttgart, 2005, S. 27 ff.

- [52] Schuh, G.: Change Management – Prozesse strategiekonform gestalten. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2006, S. 13
- [53] Fischer, P.: Change Management – Neue Wirklichkeiten schaffen. In: Tagungsband 4. Lean Management Summit – Aachener Management Tage. Apprimus-Verlag Aachen, 2007, S. 183
- [54] Schuh, G.: Erfolgsfaktor Lean Innovation – Initiierung eines Veränderungsprozesses bei produzierenden Unternehmen. In: Tagungsband 3. Lean Management Summit – Aachener Management Tage. Apprimus-Verlag Aachen, 2006, S. 12
- [55] Schuh, G.; Lenders, M.; Schöning, S.: Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg – Ergebnisse der Erhebung. Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, 2007, S. 29
- [56] Schuh, G.: Change Management – Prozesse strategiekonform gestalten. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2006, S. 118

Mitarbeiter der Arbeitsgruppe für den Vortrag 2.7:

Dipl.-Ing. H. Adickes, Audi AG, Ingolstadt

Dipl.-Ing. J. Arnoscht, WZL, RWTH Aachen

Dr.-Ing. A. Bong, Hilti AG, Schaan

Dr. Rupert Deger, PTC Parametric Technology GmbH, Unterschleißheim

S. Hieber, MSc., WZL, RWTH Aachen

Dr. R. Krappinger, Liebherr-Werk Nenzing GmbH, Nenzing

Dipl.-Ing. M. Lenders, WZL, RWTH Aachen

Dr.-Ing. P. Post, Festo AG, Esslingen-Berkheim

Dipl.-Phys.-Oec. M. Rauhut, WZL, RWTH Aachen

M. Rother, MSc. In Engineering, Ann Arbor

Dipl.-Ing. J. Schelling, Liebherr-Werk Nenzing GmbH, Nenzing

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. G. Schuh, WZL, RWTH Aachen

Dr.-Ing. J. Schulz, AESCULAP AG & Co. KG, Tuttlingen