

Lean Innovation – Die Handlungsanleitung

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Direktor des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen und des
Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie (IPT)
Aachen, Deutschland

Lean, ein Widerspruch zu Kreativität und Individualisierung?

Der Lean Thinking-Ansatz nach Womack und Jones hat in den letzten Jahrzehnten große Erfolge zu verbuchen. Auf aggregierter Ebene stellt der Lean Thinking-Ansatz die folgenden drei Handlungsanleitungen: Verschwendung eliminieren, nichtwerterhöhende Aktivitäten reduzieren und werterhöhende Tätigkeiten optimieren (Abbildung 2). Dabei wird Verschwendung als jede menschliche Aktivität definiert, die Ressourcen verbraucht, aber keinen Wert erzeugt. Dies können sowohl unnötige Prozessschritte als auch die Erzeugung von Produktmerkmalen, die der Kunde nicht benötigt, sein /Lit 1/. Nichtwerterhöhende Tätigkeiten tragen im Unterschied zu werterhöhenden Tätigkeiten nicht direkt zur Verbesserung des Produktes respektive dessen Preissenkung bei, sondern schaffen die Voraussetzung für eine solche. Als Beispiel ist hier die parallele Entwicklung von Konzepten zu nennen, die keinen direkten Mehrwert mit sich führt, da letztendlich nur ein Konzept realisiert wird. Indirekt wird durch die Bereitstellung einer breiteren Informationsbasis jedoch die Wahrscheinlichkeit erhöht, eine sehr gute Konzeptalternative auszuwählen. Im Gegensatz zu den Bewegungen des Lean Manufacturing bzw. der Lean Production hat sich jedoch im Innovationsbereich der Forschung und Entwicklung die systematische Identifikation von Verschwendung und deren Bekämpfung noch nicht etabliert /Lit 2/. Die grundsätzlichen Lean-Prinzipien sind jedoch aufgrund ihres allgemeinen Charakters auf alle Unternehmensbereiche anwendbar /Lit 1/, da jeder Bereich eines Unternehmens der Erzeugung eines spezifischen Wertes dient. Die Lean Thinking-Prinzipien stellen Leitplanken dar, diesen Wert mit einem minimalen Anteil an Verschwendung umzusetzen.

Die schwach ausgeprägte Nutzung der Lean-Prinzipien kann auf die komplexen Abläufe in der F&E zurückgeführt werden. Während der Fertigungsprozess z.B. von der Reduzierung an Variabilität profitiert, ist die Produktentwicklung auf Veränderlichkeit an vielen Stellen geradezu angewiesen, was bei der Planung und Steuerung von Entwicklungsprojekten berücksichtigt werden muss. Außerdem ist der Planungshorizont in der Forschung und Entwicklung typischerweise sehr lang und dementsprechend mit Unsicherheiten behaftet. Schlüsselentscheidungen wie die Eingrenzung des Lösungsraums finden oft auf intuitiver Basis statt und sind nur schwer systematisierbar. Darüber hinaus ist eine Auflösung der Prozesse in vielen Fällen nicht möglich, da es sich in der Regel nicht durchgängig um konsekutive Prozesse handelt. Eine vordefinierte, gleichmäßige Taktung der Prozesse analog zur Lean Production ist daher nur bedingt möglich, da für die Planung benötigte Informationen im Vorfeld nicht präzise determinierbar sind.

Lean Innovation als Hebel zur Produktivitätssteigerung in der F&E

Die Studie „Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg“, die das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen im Sommer 2007 veröffentlichte, zeigt, dass die systematische Identifikation von Verschwendung in der F&E erst von einem Drittel der Unternehmen durchgeführt wurde. Auffallend ist in diesem Zusammenhang, dass Unternehmen, die einen hohen finanziellen Erfolg vorweisen und dadurch im Rahmen der Studie als Outperformer klassifiziert wurden, im Durchschnitt doppelt so häufig eine systematische Identifikation von Verschwendung in der F&E durchgeführt haben wie weniger erfolgreiche Unternehmen /Lit 2/. Bis dato hat sich jedoch in Forschung und Praxis noch kein einheitliches Verständnis für die Anwendung der Lean Management-Prinzipien auf die F&E entwickelt. Teilweise wird ›Lean Development‹ als Methodensammlung verstanden, teilweise werden ›Good Practice‹ Beispiele beschrieben, teilweise wird eine kulturelle Ausprägung bezeichnet. Was fehlt, ist ein ganzheitlicher, allgemein gültiger und verbreiteter Ansatz, um Verschwendung im F&E-Umfeld systematisch und ganzheitlich zu bekämpfen. Typische Verschwendungsformen sind im Folgenden aufgezählt:

- **Mangelnde Kundenorientierung:** Die Orientierung am Kunden ist ein wesentlicher Grundpfeiler des Lean Thinking-Ansatzes. Innerhalb einer auf den Lean-Prinzipien basierenden Entwicklung dient theoretisch eine jede Aktivität der Steigerung des Kundennutzens. Hierfür ist das Wissen über die Bedürfnisse des Kunden eine notwendige Voraussetzung und die durchgängige Umsetzung der Bedürfnisse in technische Produktmerkmale essentiell. Eine der häufigsten Symptome, in denen sich mangelnde Kundenorientierung äußert, ist das Overengineering. Typische Ursache hierfür ist das oft überambitionierte Schaffen von Funktionalitäten ohne genaue Kenntnisse über die Bedürfnisse der Kunden. Die steigende Produktkomplexität erzeugt Kosten in der Entwicklung zum Beispiel durch zusätzliche Zeichnungserstellung, Stücklisten, Versuche, aber auch in Einkauf, Produktion und Vertrieb durch zusätzliche Lieferantenauswahl, zusätzliche Werkzeuge, aufwendigere Preissetzung etc. /Lit 3/. Die komplexitätsinduzierten Kosten wachsen so im Vergleich zum Kundennutzen überproportional, was direkte Auswirkungen auf den Nettonutzen hat.
- **Unterbrochener Wertstrom:** Eine Unterbrechung des Wertstroms, der in der F&E typischerweise durch den Informations- und Datenfluss dargestellt wird, ist eine häufig auftretende Verschwendungsform. Änderungen und Iterationen im Projekt führen beispielsweise dazu, dass Informationen verworfen und neu generiert werden müssen, was zwangsläufig zu einer Unterbrechung des Wertstroms und Wartezeiten im Projekt führt. Besonders starke Auswirkungen auf das gesamte Projekt haben Warteschlangen auf dem kritischen Pfad. Oft wird der Bearbeitungsprozess zudem durch unnötig häufige Übergaben signifikant verlängert. Jede Übergabe kostet Zeit und birgt das Risiko eines Informationsverlusts, was Änderungen und Iterationen nach sich ziehen kann, die ihrerseits wieder Auslöser für eine Unterbrechung des Wertstroms darstellen.
- **Ungenutzte Ressourcen:** Analog zur Lean Production gilt es auch in der F&E die gegebenen Ressourcen bestmöglich einzusetzen und somit den Randbedingungen entsprechend ein optimales Ergebnis zu erzielen. Was in der Produktion Fertigungsanlagen und Halbzeuge sind, sind in der F&E die Mitarbeiter. Der optimale Einsatz dieser F&E-Ressourcen, sprich die optimale Verteilung der Aufgaben auf die Mitarbeiter, ist eine komplexe Aufgabe, da neben der Arbeitslast die individuellen Fähigkeiten berücksicht-

sichtig werden müssen. Oft mangelt es an der richtigen Motivation. Ein Mitarbeiter, der sich in den Prozess nicht mit eingebunden fühlt, zu lange auf die Freigabe eines Vorgangs warten muss oder klare Zielvorgaben vermisst, ist schnell demotiviert und agiert somit, weit unter seinen Möglichkeiten bleibend, als „brach liegende“ Ressource. Ebenfalls zu Verschwendung führt die Überbelastung von Mitarbeitern. Der bei Toyota mit „Muri“ bezeichnete Umstand führt dazu, dass Mitarbeiter erst nach hohen Anlaufzeiten mit Aufgaben starten können oder nach Abkürzungen im Prozess suchen, um die Tätigkeiten fristgemäß durchzuführen. Letzteres führt zu nachgelagerten Fehlern und Nacharbeit /Lit 4/

- *Ungenügende Standards:* Standardisierung bedeutet nicht Stillstand in Form einer starren Bürokratie, sondern ist - intelligent eingesetzt - vielmehr die Voraussetzung für kontinuierliche Verbesserung und die Einhaltung hoher Qualitätsstandards. Dies zeigt sich auch am Beispiel Toyotas, dem Vorzeigebispiel für die erfolgreiche Umsetzung der Lean-Prinzipien. Toyota lebt Standardisierung im Sinne einer konstruktiven, flexiblen Bürokratie, deren Vorgaben von allen Mitarbeitern über Verbesserungsmaßnahmen kontinuierlich weiterentwickelt werden. Diese intelligente und mitarbeiterorientierte Standardisierung gilt als eines der Grundprinzipien, die den Erfolg Toyotas ausmachen /Lit 5/. Ungenügende Standards führen demgegenüber zu Verschwendung bei der Informationssuche, unstrukturierter Ablauforganisation und Schnittstellenproblemen. Auch das Varianten- bzw. Gleichteilemanagement ist auf die Definition von Standards angewiesen.
- *Ungenutzte Skaleneffekte:* Ungenutzte Teilekommunalitäten im Produktprogramm wirken sich über die gesamte Wertschöpfungskette aus. Somit wird durch redundante Konstruktion von Bauteilen nicht nur innerhalb der Entwicklung Verschwendung verursacht, sondern auch darüber hinaus: Vor allem in der Fertigung, der Montage und im After-Sales sind durch die unzureichende Nutzung von Skaleneffekten auf Teileebene und der damit steigenden internen Produktkomplexität negative Auswirkungen zu erwarten. Die mangelnde Nutzung von Kommunalitäten beginnt zumeist schon auf Funktions- und Technologieebene. Die Realisierung ähnlicher Anforderungen über unterschiedliche technologische Konzepte und Funktionen ist oft der Auslöser für einen niedrigen Modularisierungsgrad des Produkts. Des Weiteren werden die Produkte häufig nicht auf eine hohe Volumenmarktfähigkeit hin konzipiert. Die Skaleneffekte, die auf diese Weise erzielt werden können, fallen oft mehr ins Gewicht als die zusätzlichen Kosten, z.B. für notwendige Überdimensionierungen.
- *Defekte und Nacharbeiten:* Nacharbeiten am Produkt entstehen vor allem durch unzureichende oder nicht der Realität entsprechende Tests bzw. Berechnungen. Die Fehler im Produkt, die auf diese Weise entstehen, werden oft erst sehr spät erkannt und können dann nur mit hohem Aufwand bekämpft werden.

Auf Basis der identifizierten Verschwendungsformen in der F&E wurde das Modell Lean Innovation definiert, um ein Rahmenwerk für den zielgerechten Aufbau von Lean-Prinzipien in der F&E zu gewährleisten. Das Modell Lean Innovation des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen (Abbildung 7) beschreibt und erläutert die entscheidenden Fragestellungen für ein Innovationsmanagement auf dem Weg zur Umsetzung des Lean Management. Ziel des Lean Innovation-Modells ist die Bereitstellung von Leitlinien, um am Markt effektive Lean Pro-

ducts mit einem Höchstmaß an Effizienz in der Entwicklung zu realisieren. Beide Felder – die Effektivität der Produkte im Sinne von Kundenorientierung sowie die Effizienz in der Produktentwicklung – offenbaren heute in der Regel noch signifikantes Potenzial. Auf einer aggregierten Ebene stellt sich das Modell in sechs Leitlinien mit Geltung über alle Bereiche einer F&E dar. /Lit 2/. Die sechs Prinzipien mit ihren zugehörigen Kernfragen lauten:

- Kundennutzenorientierung – welchen Nutzen braucht der Kunde wirklich?
- Prozessorientierung – wie kann der Wertstrom in Entwicklung und Produktion durch die Lean Innovation verbessert werden?
- Wertekultur – wie kann die Kultur die Umsetzung der Lean Innovation weiter vorantreiben?
- Standardisierung – wie kann der geforderte Kundennutzen möglichst einfach realisiert werden?
- Volumenmarktfähigkeit – wie können Skaleneffekte in Produkten erzielt werden?
- Qualität – wie können robuste Produkte mit hoher Qualität entwickelt werden?

Zielbild für das Effektivitätskriterium: Lean Product

Für die gezielte Steigerung der Innovationseffektivität können aus den Lean Innovation Leitlinien Gestaltungsansätze für ein intelligent entwickeltes Produkt abgeleitet werden. Der sogenannte Lean Product-Ansatz zielt auf einen maximalen Kundennutzen bei gleichzeitiger Senkung der Herstellungskosten. Basierend auf den in der Studie „Effizient, schnell und erfolgreich - Strategien im Maschinen- und Anlagenbau“ gewonnenen Erkenntnissen zur Produktgestaltung wurde ein umfassend beschriebenes Lean Product-Modell erarbeitet (Abbildung 8, Abbildung 9) /Lit 6/. Die Studie wurde 2007 vom WZL gemeinsam mit dem VDMA und Roland Berger Strategy Consultants durchgeführt. Ein Lean Product basiert im Wesentlichen auf zwei Prinzipien: „Wert maximieren“ und gleichzeitig „Verschwendung vermeiden“. Von diesen Prinzipien eines Lean Products leiten sich die drei Hauptziele für das Produkt und die korrespondierende Produktentwicklung ab.

Das erste Ziel eines Lean Products liegt in der genauen Erfüllung der Kundenanforderungen. Als Zweites gilt es, eine hohe Flexibilität des Maschinenkonzeptes zu erzielen und gleichzeitig die Komplexität des Produktes zu reduzieren. Das dritte Ziel, die Kostenoptimierung, umfasst die Reduzierung von Investitions- und Betriebskosten beziehungsweise Lebenszykluskosten. Zur Erfüllung dieser Ziele lassen sich unterschiedliche Ansätze der Produktgestaltung nutzen. Markt- und Funktionsorientierung definieren den Leistungsumfang des Produktes, stellen die punktgenaue Erfüllung der Kundenanforderungen sicher und verhindern zu hohe Design- und Funktionskosten. Standardisierung und Modularisierung bilden die Grundlage für die richtige Produktarchitektur und helfen somit, Kosten durch Gleichteil-, Plattform- und Kommunalitätseffekte zu senken und dabei gleichzeitig das Produktsortiment flexibel zu gestalten. Die Forderung nach Simplifizierung der konstruktiven Lösung stellt ebenso die Kosteneffizienz sicher.

Kundenorientierung richtig zu verstehen bedeutet, Basis-, Leistungs- und Begeisterungsanforderungen in der Produktprogrammgestaltung und im Vertrieb systematisch zu unterscheiden. So können gezielt eingebrachte Begeisterungsanforderungen zwar kaufentscheidend sein, der Kunde wird für diese - im Gegensatz zu Leistungsanforderungen - ggf. aber nicht zu zahlen bereit sein. Basisanforderungen sind für die Teilnahme am Markt notwendige Minimalmerkmale des Leistungsangebots. Einen Beleg für den Nachholbedarf bei der verschwendungsfreien Umsetzung von Kundenanforderungen liefert die erwähnte Studie: Demnach nutzen in China 68% der Kunden weniger als 70% der in einer Maschine enthaltenen Funktionen /Lit 6/. Durch die Kenntnis der Präferenzen des Entscheidungsträgers können Kundenanforderungen kosten- beziehungsweise aufwandsoptimal erfüllt werden; dazu müssen die Kaufkriterien für die angebotenen Maschinen und Anlagen möglichst vollständig bekannt sein. Eine Staffelung der Kaufkriterien nach Relevanz hilft, die Attraktivität der Anforderungen zu bewerten.

Nach dem richtigen Verständnis der Kundenanforderung ist die Überführung der Anforderungen in eine geeignete Funktionsstruktur ein zentraler Baustein bei der Gestaltung eines Lean Products. Die Funktionsstruktur repräsentiert die technische Sicht auf die Maschine oder Anlage. In ihr werden zunächst Basisfunktionen und die zulässigen Leistungsvarianzen definiert. Zusätzliche Funktionen werden als optionale Module in der Produktarchitektur festgehalten. Der nächste Schritt verbindet Funktionen innerhalb und außerhalb verschiedener Ebenen – mechanisch, elektrisch/elektronisch, informatorisch – und überführt sie in entsprechende physische Komponenten. In diesem Zusammenhang müssen die Schnittstellen (generisch) definiert werden. Auf Ebene der Komponenten und Baugruppen (sogenannte Produktstrukturelemente) lassen sich schließlich Potenziale in Form von Gleichheiten (Kommunalitäten) im Produktprogramm identifizieren und heben.

In der Produktstrukturierung trägt die Standardisierung neben Skaleneffekten auch zu höherer Qualität durch erprobte Erzeugnisse und stabilere Fertigungs- und Montageprozesse bei. Die Standardisierung von Komponenten und Teilprozessen kann auf verschiedenen unternehmerischen Ebenen zum Einsatz kommen. So trägt die Festlegung auf eine begrenzte Zahl von Standardtechnologien zur konsequenten Modularisierung bei, indem sie einen aus standardisierten Komponenten und Schnittstellen aufgebauten Baukasten unterstützt. Es gilt grundsätzlich die Logik: Standardisierung muss aktiv betrieben werden, sie erfordert eine bewusste Einschränkung bei der Abdeckung von Kundenwünschen sowie die Verhandlung von Mindeststückzahlen oder Preisauflagen bei Sonderwünschen bzw. Kleinserienfertigung.

Die Modularisierung eines Produkts ermöglicht die Definition einer konfigurierbaren Maschine, basierend auf vordefinierten Elementen. Hier gilt es, die Abdeckung des Baukastensystems zu maximieren und eine auftragsspezifische Anpassung zu minimieren. Durch den Einsatz flexibler Module und die Substitution der mechanischen Vielfalt durch eine auf Elektronik, Steuerung und Software basierenden Vielfalt kann der Konstruktionsanteil an den Entwicklungskosten stark reduziert werden.

Die konsequente Fortschreibung des Baukastenprinzips sowie die Untergliederung der Produktstruktur in Module erfordert das Denken und integrierte Entwerfen auf allen Ebenen der Fachdisziplinen. Nur wenn der Systementwurf beherrscht und die Fachdisziplinen optimal aufgeführt und integriert werden, können moderne Maschinen und Anlagen effizient entwickelt und konstruiert werden.

Finaler Gestaltungsansatz eines Lean Products ist die Simplifizierung der konstruktiven Lösung. Im Vordergrund dieses Ansatzes steht, die notwendigen Funktionen und Eigenschaften der Maschine oder Anlage zu erfassen und mit einer adäquaten Lösung auszuführen. So zeigt sich, dass eine auf spezielle Kundenanforderungen ausgelegte Premium-Plattform nicht der ideale Ausgangspunkt ist, um zu einem simplifizierten und intelligenten Design für das Mittlere Segment zu gelangen. Die „intelligente“ Simplifizierung einer neuen Produktlinie kann ferner durch „Design for X“ mit produktspezifischen Anforderungen bezüglich Konstruktion, Fertigung, Montage und Servicefähigkeit erreicht werden. Die Parametrisierung der Konstruktion ermöglicht die schnelle Generierung von Alternativen durch eine vereinfachte bis automatisierte Konstruktion.

Die Studie ergab zudem, dass Lean Products im Maschinen- und Anlagenbau vor allem im mittleren Segment sinnvoll zu positionieren sind. Das mittlere Segment ist härter umkämpft als beispielsweise das Premium-Segment und ist typischerweise der Einstieg für neue Mitbewerber. In der Studie zeigt sich, dass erfolgreiche Unternehmen eine eindeutige strategische Positionierung innehaben und von dort aus ihre Kernkompetenzen gezielt auf- und ausbauen. Entsprechend bewegen sich auch Wettbewerber im mittleren Segment in das Premium-Segment. Die Vernachlässigung des mittleren Marktsegments birgt daher für viele auf Premium fokussierte deutsche Maschinen- und Anlagenbauer die Gefahr einer schrittweisen Erosion der Absatzvolumina /Lit 6/.

Effektivität und Effizienz differenzieren in verschwendungsarmen Prozessen

Die Entwicklung von Produkten hat heutzutage in vielen Fällen Projektcharakter. Bei der Entscheidung für dieses Vorgehen wird jedoch oft unzureichend berücksichtigt, dass viele Aufgaben während des gesamten Entwicklungsprozesses repetitiv sind und somit eher in Form standardisierter Prozesse organisiert werden müssten. Dies verspricht Vorteile bezüglich der Entwicklungseffizienz, da auf diese Weise repetitive Prozesse leichter als Standardabläufe gelebt werden können und sich erfahrene, hochqualifizierte Mitarbeiter zudem mehr auf die Aufgaben konzentrieren können, die hohe Ansprüche an die kognitiven Fähigkeiten, die Kreativität und die Erfahrung der Mitarbeiter stellt.

Vor der verschwendungsorientierten Optimierung der Prozesse muss daher zunächst die Unterscheidung in Strukturprozesse und Abwicklungsprozesse stehen. Während Strukturprozesse hinter einmaligen, kreativen Aufgaben mit Projektcharakter stehen, können Abwicklungsprozesse für repetitive Aufgaben herangezogen werden. Diese Unterscheidung ist für die Wahl der Optimierungskriterien maßgeblich. Repetitive Abwicklungsprozesse werden in erster Linie nach Effizienzkriterien, Strukturprozesse vorwiegend nach Effektivitätskriterien optimiert. Effizienzkriterien für F&E-Prozesse sind in diesem Kontext z.B. Prozessdurchlaufzeiten bzw. Prozesskosten. Effektivitätssteigernde Maßnahmen sind beispielsweise die Verbesserung der Kundenorientierung, die Steigerung der Innovativität oder die intensivere Berücksichtigung der Anforderungsgerechtigkeit. Die Unterscheidung der Prozesse macht eine optimal gestaltete Prozessverbesserung somit erst möglich.

Eine beliebig hohe Arbeitsteilung ist bei Strukturprozessen nicht möglich, was auf die hohe Komplexität der Lösungen im Projekt zurückzuführen ist. Ein Beispiel für eine hochkomplexe Aufgabe, die nur mit Hilfe von individueller und nicht standardisierter Steuerung handhabbar ist, ist die Planung und Steuerung des Entwicklungsprojektes. Dies folgt auch aus dem „Law of

Requisite Variety“ von Ross Ashby, nach dem Varietät nur mit Regulierungsmechanismen, die mindestens eine ebenso hohe Varietät aufweisen wie das zu optimierende System selbst, effektiv beherrscht werden kann. Ashby definiert dabei Varietät als die Anzahl der möglichen Zustände oder Elemente eines Systems, die von einem Beobachter unterschieden werden können /Lit 7/. Übertragen auf das Management der F&E bedeutet dies, dass komplexe Aufgaben, also Aufgaben mit einer hohen Varietät, nur von komplexen Systemen gesteuert werden können. Die Planung und Steuerung des Entwicklungsprojektes kann in diesem Kontext als Aufgabe mit einer hohen Varietät gesehen werden, die mit Hilfe starrer Abwicklungsprozesse nicht gelöst werden kann, da diese per se eine geringere Varietät aufweisen.

Abwicklungsprozesse kommen bei der Abarbeitung ggf. komplizierter, aber nicht komplexer Aufgaben zur Anwendung. Sie besitzen keinen Projektcharakter und können daher arbeitsteilig und in synchronisierter Taktung der Abläufe durchgeführt werden. Typische Abwicklungsprozesse sind in der F&E z.B. die Ableitung von 2D-Zeichnungen oder die Stücklistengenerierung. Diese Prozesse können in erster Linie hinsichtlich ihrer Effizienz optimiert werden, da Effektivitätssteigerungen aufgrund der geringen Komplexität der Aufgabe in der Regel kaum einen Nutzen bringen. Die Taktung von repetitiven Teilprozessen ähnlich zur Lean Production ist ein Schlüsselement zur Effizienzsteigerung dieser Prozesse. Darüber hinaus muss ein kontinuierlicher Wertstrom etabliert werden. Dies kann durch eine gleichmäßige Verteilung der Arbeitslast auf die einzelnen Takte erreicht werden. Wartezeiten, die sich aufgrund heterogener Taktzeiten bilden, können so reduziert werden. Zudem muss sichergestellt werden, dass alle repetitiven Tätigkeiten im Taktprinzip abgeleistet werden und keine dieser Aufgaben als Einzelprojekt bearbeitet werden.

Bei der Auswahl von Lösungskonzepten innerhalb der alternativenorientierten Produktentwicklung handelt es sich um eine komplexe Aufgabe mit Projektcharakter, die nicht mit Hilfe von Abwicklungsprozesse bearbeitet werden kann. Ihr kommt in diesem Kontext eine besondere Bedeutung zu. So konnte das WZL mit der Studie „Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg“ nachweisen, dass der Ansatz der alternativenorientierten Produktentwicklung eine Möglichkeit zur Minimierung unnötiger Änderungsschleifen bietet. Dies erfolgt über die parallele Betrachtung von Lösungsalternativen und den systematische Aufbau einer Informationsbasis, die die Entscheidungsfindung optimal unterstützt /Lit 2/. Der Verlauf des Lösungsraumes, der die Anzahl an parallel untersuchter Konzeptalternativen darstellt, erfolgt heute bei vielen Unternehmen auf intuitiver Basis. Die Studie zeigt zudem, dass Konzeptalternativen häufig viel zu früh verworfen und die Entscheidung für eine Lösung auf Basis unsicherer Informationen getroffen wird /Lit 2/. Dies führt häufig zu späten Änderungen bzw. Iterationen im Produktentwicklungsprozess. In einer systematischen, alternativenorientierten Produktentwicklung mit effektivem Lösungsraum-Management werden Konzeptentscheidungen in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Informationsbasis getroffen. Hierfür werden aus Tests und Simulationen gewonnenen Daten bzw. Informationen hinsichtlich ihrer Qualität kontinuierlich bewertet. Konzepte werden erst dann aus dem Lösungsraum entnommen, wenn sie auf Basis einer ausreichenden Datenbasis nachweislich als suboptimal identifiziert werden können. Der Verlauf des Lösungsraums wird während des Entwicklungsprojekts kontinuierlich mit dem projektspezifisch geplanten Verlauf abgeglichen und bei Bedarf angeglichen.

Handlungsempfehlungen zur Umsetzung von Lean Innovation

Lean Innovation basiert nicht nur auf Methoden, sondern beschreibt vor allem auch eine Denkweise. Wie im Kapitel „Lean, ein Widerspruch zu Kreativität und Individualisierung?“ vorgestellt, bedeutet Lean Thinking die Vermeidung von Verschwendung und die Optimierung wertschöpfender Prozesse, Tätigkeiten und Ressourcen (Abbildung 2). Im Folgenden werden die drei Hauptschritte zur Umsetzung einer Lean Innovation vorgestellt.

Der erste Schritt zur Umsetzung von Lean Innovation beinhaltet die Wertedefinition für das Unternehmen und dessen Kunden. Die korrekte Definition von Werten gestaltet sich in der Praxis oft schwierig. Wenn Anbieter oder Kunden den Wert eines Produktes überdenken, geschieht dies meist im klassischen Rahmen von Kosten und Variantenvielfalt. Stattdessen sollten die üblichen Definitionen in Frage gestellt und der Wert von Kunde und Anbieter gemeinsam analysiert werden /Lit 5/. In diesem Schritt steht der Grundgedanke des „Design-for-Process“ im Fokus, der die internen Prozesse der Produktentstehung und Leistungserbringung sowie vor allem auch den Kundenprozess in den Vordergrund stellt.

Meist werden nur die direkt an das Produkt gekoppelten Kundenanforderungen in Produktmerkmale bzw. Funktionen übertragen. Der Ansatz „Design-for-Process“ geht jedoch darüber hinaus und betrachtet zum einen den internen Prozess der Produktentstehung, zum anderen aber auch den gesamten Prozess des Kunden rund um die Nutzung eines Produktes. Einige Ansätze und Methoden, wie beispielsweise das Simultaneous Engineering, haben dazu geführt, dass die internen Prozesse bereits explizit geprüft und bearbeitet werden. Der externe Kundenprozess wird heutzutage jedoch noch zu wenig betrachtet.

Ziel an dieser Stelle ist das Verständnis und die Definition der Werte, die aus der genauen Betrachtung des Kundenprozesses resultieren. Eine klare Definition der Werte und ein einheitliches Verständnis dieser ist die Voraussetzung für die Identifikation von Verschwendung im Produktentwicklungsprozess. Dabei sollte die Kundenperspektive nicht nur auf die externen Kunden beschränkt, sondern eben dieser Dienstleistungsgedanke auch auf die internen Abläufe und Stakeholder bezogen werden. Dies bedeutet eine bewusste Änderung der Perspektive zum Produktentwicklungsprozess, seinen Zielen und seinen Schnittstellen. Der Produktentwicklungsprozess wird als Wert-definierendes Element betrachtet, um insbesondere für den Kundenprozess einen maximalen Nettonutzen zu schaffen.

Basierend auf dem Wert-Verständnis aus dem Ansatz „Design-for-Process“ wird im zweiten Schritt die Verschwendung in der F&E ermittelt (Abbildung 19). Ziel dieses Schrittes ist die Quantifizierung des möglichen Verbesserungspotenzials im Vergleich zum Ausgangszustand. Dies geschieht durch die Untersuchung des Unternehmens aus drei Blickwinkeln: Die Projektanalyse betrachtet die Projekte aus einer übergeordneten Sicht, die Wertstromanalyse untersucht einzelne Prozesse im Detail und die Tätigkeitsprofile betrachten einen „Vertikalschnitt“ in der F&E.

Die Projektanalyse bildet zunächst die Ist-Situation der Projektverläufe ab und zeigt Schwächen und Stärken auf umfassender Ebene auf. Operativ beinhaltet die Projektanalyse eine ex post Betrachtung typischer Entwicklungsprojekte unter Berücksichtigung des gesamten Projektumfeldes wie beispielsweise Produktperformance, -kosten, -qualität, Entwicklungszeiten und Entwicklungskosten im Unternehmen. Aus dieser Ist-Analyse werden Handlungsfelder ermittelt und priorisiert.

Die Wertstromanalyse legt den Fokus dagegen auf die genauen Abläufe und die Datenströme und Informationsflüsse innerhalb der relevanten Prozesse. Anhand einer Ist-Analyse werde die Schwachstellen einzelner Prozesse und Tätigkeiten mit einem höheren Detaillierungsgrad erfasst.

Im Vertikalschnitt werden die Tätigkeitsprofile in der F&E aufgenommen. Aktuelle Zeitanteile für Prozessschritte und einzelne Tätigkeiten werden anhand eines unternehmensindividuellen Leitfadens aufgenommen. Entsprechend der Aufgabenprofile werden die unterschiedlichen Tätigkeitsprofile aggregiert und aussagekräftige Durchschnittswerte gebildet.

In Verbindung mit der vorausgegangenen Projekt- und Wertstromanalyse sind Schwachstellen nun einzelnen Tätigkeiten aus den Tätigkeitsprofilen zuordenbar. Dies ermöglicht eine zuverlässige Bestimmung, inwiefern verminderte oder eliminierte Schwachstellen den zeitlichen Aufwand für nicht wertschöpfende Tätigkeiten reduzieren und damit zusätzliche Zeit für direkt wertschöpfende Tätigkeiten bei den Mitarbeitern freisetzen werden. Die Summe der Zeitanteile, also die gesamte Zeiteinsparung je Tätigkeitsprofil, bildet die Grundlage zur Messung des Potenzials zur Steigerung der Entwicklungseffizienz durch die Vermeidung von Verschwendung in der F&E.

Im dritten Schritt wird der Zielzustand ganzheitlich gestaltet und geplant. Das Lean Innovation-Reifegradmodell (Abbildung 20) stellt die einzelnen Stufen auf dem Weg zur vollständigen Umsetzung dar. Die Entwicklung der F&E-Prozesse verläuft dabei im Sinne einer stetigen Verbesserung entlang von 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 graduell bis zum Zielstatus der Stufe fünf „Lean optimised“. Hier basiert die F&E-Kultur vollständig auf den Lean Innovation-Leitlinien und eine kontinuierliche Verbesserung wird gelebt.

Für jede einzelne dieser fünf Stufen erfolgt eine unternehmensspezifische Anpassung des Reifegradmodells, um eine ganzheitliche Planung auf Basis der einzelnen Ebenen zu ermöglichen. Für die Initiierung eines Veränderungsprozesses in Richtung Lean Innovation ist zunächst ein wesentlicher und für die Planung hilfreicher Schritt, den Status Quo im Unternehmen festzustellen. Ebenso ist die Kommunikation eines klaren Verständnisses des Zielzustandes im Unternehmen unerlässlich, um Veränderungsbereitschaft und die Unterstützung aller Stakeholder zu sichern. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Bewusstsein für den zeitlichen Horizont zur Umsetzung der Lean Innovation. Eine vollständige Umsetzung von Lean Innovation ist nur sukzessive über die einzelnen Stufen möglich und erfordert eine mittel- bis langfristige Planung und eine konsequente Umsetzung. Lean Innovation bedingt vor allem ein Umdenken. Die Entwicklung zu „Lean optimised“ beinhaltet demnach nicht nur strukturelle Veränderungen, sondern erfordert auch die Anpassung von Aktivitäten und Verhalten.

Lean bedeutet: einfache Synchronisation



© Reichardt / Berliner Philharmoniker

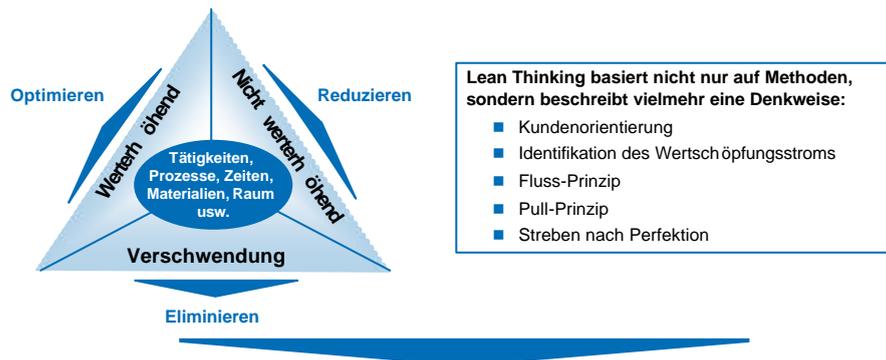
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 2

Abbildung 1: Lean bedeutet: einfache Synchronisation

Die Definition von Lean Thinking hat grundsätzlichen Charakter

Grundprinzipien des Lean Thinking



Die Prinzipien des Lean Thinking stellen eine geeignete Basis zur Anwendung auf die Produktentwicklung dar

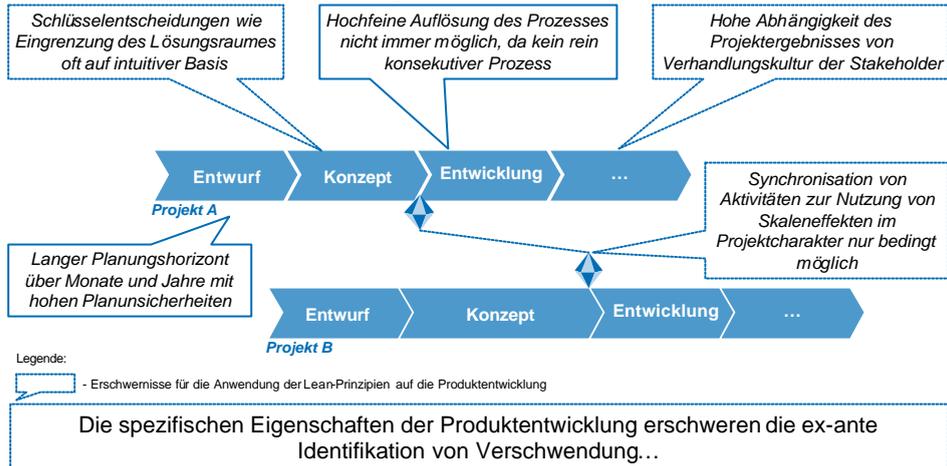
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 3

Abbildung 2: Grundprinzipien des Lean Thinking

Die Synchronisation und die Anwendung der Lean Management Prinzipien erscheint in der Produktentwicklung besonders schwierig

Herausforderungen bei der Anwendung der Lean-Prinzipien auf die Produktentwicklung



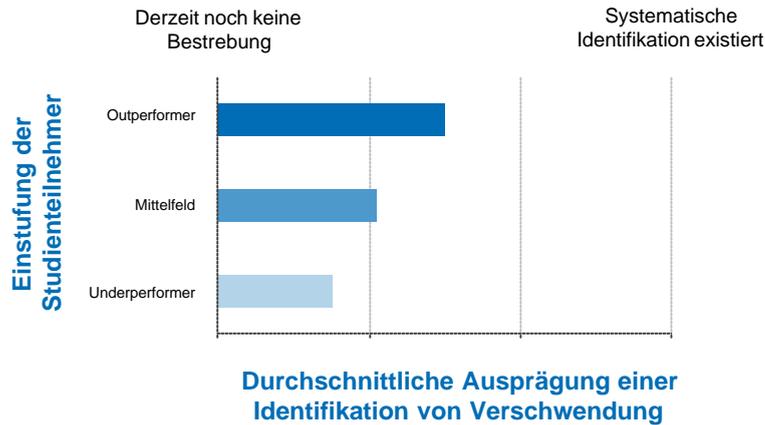
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 4

Abbildung 3: Herausforderungen bei der Anwendung der Lean-Prinzipien auf die Entwicklung

Die systematische Identifikation von Verschwendung in der F&E stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor dar

Studienergebnisse hinsichtlich Identifikation von Verschwendung in der F&E



Quelle: WZL: Studie „Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg“, 143 befragte Unternehmen, 2007

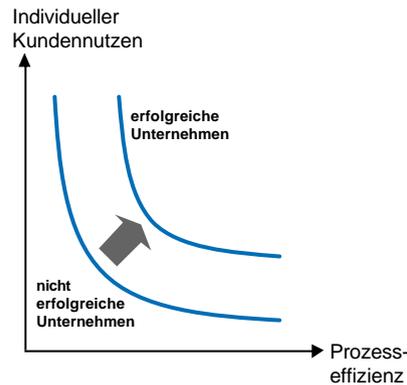
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 5

Abbildung 4: Identifikation von Verschwendung in der F&E (Studienergebnisse)

Erfolgreiche Unternehmen schaffen individuelle Problemlösungen für den Kunden und exzellente Prozesse

Dilemma zwischen Kundenorientierung und Prozessexzellenz



Die zentrale Herausforderung besteht in der Verschiebung des Trade-Offs

Abbildung 5: Dilemma zwischen Kundenorientierung und Prozessexzellenz

Die Eliminierung oder Minderung typischer Verschwendungsformen in der F&E stellt hierfür eine Kernvoraussetzung dar

Typische Verschwendungsformen in der F&E



Abbildung 6: Herausforderungen bei der Anwendung der Lean-Prinzipien auf die F&E

Diese Formen der Verschwendung werden inhaltlich durch sechs Leitlinien adressiert und dienen der Ausrichtung einer Lean Innovation

Leitprinzipien der Lean Innovation

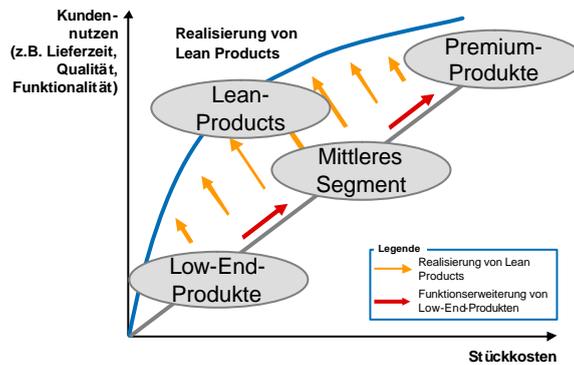


Abbildung 7: Leitprinzipien der Lean Innovation

Vor allem im mittleren Marktsegment erzielen Lean Products eine höhere Performance bei gleichbleibenden Kosten

Definition eines Lean Products

- Trend zum „Verlust der Mitte“
- Low-End Produkte werden immer leistungsfähiger
- Umsatzvolumen bei alleiniger Konzentration auf Premiumprodukte langfristig gefährdet
- Premiumprodukte nicht der einzige Weg zum Erfolg



Lean Product-Ansatz bedeutet konsequentes Maximieren des Kundennutzens bei gleichzeitiger Senkung der Herstellkosten

Abbildung 8: Definition eines Lean Product

Ein Lean Product lässt sich mittels ausgewählter Gestaltungsansätze entwickeln

Gestaltungsansätze zur Entwicklung eines Lean Products

Gestaltungsansätze	Lean Product		
	Prinzipien		Ziele
	Wert maximieren	Verschwendung vermeiden	
	Erfüllung der Kundenanforderungen	Flexibilität / Komplexitätsabbau	Kostenoptimierung
Marktorientierung zur Erfassung der Anforderung	✓		✓
Funktionsorientierung als Auslegungs-Grundsatz	✓	✓	✓
Standardisierung		✓	✓
Modularisierung		✓	✓
Simplifizierung der konstruktiven Lösung		✓	✓

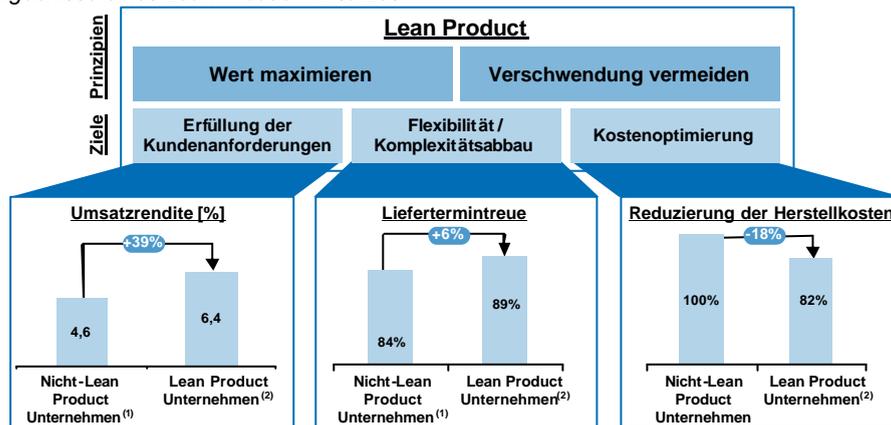
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 12

Abbildung 9: Gestaltungsansätze zur Entwicklung eines Lean Products

Unternehmen, die Lean Product-Ansätze einsetzen, konnten ihre Produktkosten um 18% reduzieren

Ergebnisse eines Lean Product-Ansatzes⁽¹⁾



Quelle: (1) VDMA, Roland Berger, WZL: Strategien im Maschinen- und Anlagenbau, 258 befragte Unternehmen, 2007

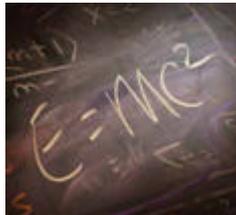
(2) Fortgeschrittene Lean Product Unternehmen (n=49)

© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 13

Abbildung 10: Ergebnisse eines Lean Product-Ansatzes

„Ashby’s Law“ hat für Manager die gleiche Relevanz wie die Relativitätstheorie für die Atomphysik!



- **Ashby’s Law: Only Variety can absorb Variety¹⁾**
- „Naturgesetz für die Beherrschung von Komplexität“
- Erklärung des Zusammenhanges von der Komplexität eines Systems und des Ergebnisses
 - Bedeutung: Das Ausmaß, in dem es möglich ist, ein System unter Kontrolle zu bringen, hängt ab von dessen eigener Komplexität und von der Komplexität der Regulierung, die zur Verfügung steht
- „Keep it simple“: nicht immer zulässig...!
 - Einfache Regulierungsmechanismen für einfache Sachverhalte
 - *Aber*: einfache Systeme haben niemals höhere Fähigkeiten!

Wenn das Umfeld komplex ist, wenn Kunden immer anspruchsvoller und Konkurrenten immer besser werden, dann muss auch das Innovationsmanagement in der Lage sein, ausreichende Komplexität zu entwickeln, um richtig reagieren zu können!

1) Eigtl. „Law of Requisite Variety“. Hier vereinfachte Wiedergabe

Abbildung 11: Ashby’s Law

Für einen „Artenschutz von Innovation“ sind kreative Arbeitsinhalte zukünftig deutlich stärker von repetitiven Prozessen zu separieren

Abgrenzung zwischen Strukturprozessen und Abwicklungsprozessen

Einmalige, kreative Aufgaben mit Projektcharakter



- **Strukturprozesse:** Optimierungsziel Effektivität (Kundenorientierung, Innovativität, Anforderungsgerechtigkeit)
- Keine beliebig hohe Arbeitsteilung
- Hohe Komplexität der Lösungen im Projekt
 - Entspricht Komplexität zur Planung und Steuerung des Entwicklungsprojektes („Ashbys Law“)
 - Keine standardisierte, sondern individuelle Steuerung
- Beispiele: Planung, Konzeption, Entwurf

Repetitive Aufgaben als Prozesse



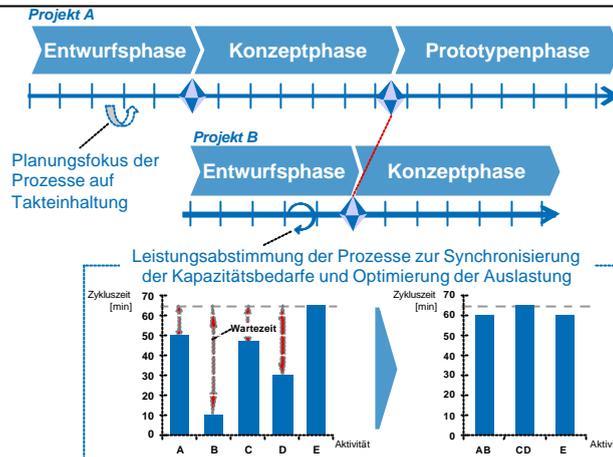
- **Abwicklungsprozesse:** Optimierungsziel Effizienz (Aufwand, Schnelligkeit, Zuverlässigkeit)
- Kompliziert, aber nicht komplex: Notwendigkeit einer standardisierten Handhabung
- Kein Projektcharakter
 - Hohe Arbeitsteilung
 - Synchronisierte Taktung der Abläufe
- Beispiele: Ableitung von Zeichnungen, Stücklistengenerierung, Berechnungen

Abbildung 12: Abgrenzung zwischen Strukturprozessen und Abwicklungsprozessen

Für die repetitiven Routine-Abläufe in der F&E wird ein getakteter Prozesscharakter etabliert – ähnlich der Lean Production

- Taktung von Entwicklungsprozessen als Grundlage zeit-, kosten- und qualitätsgerechter F&E
- Gewährleistung eines kontinuierlichen Flusses
 - Vorbild: Wertstromoptimierung des Lean Manufacturing
 - Gleichmäßige Takte
 - Arbeitsteilung!
 - Optimierung der Auslastung in den Prozessen durch Bündelung
- Elimination der Verschwendungsformen in den Prozessen

Zeitstrahl mit Taktung



Für repetitive Tätigkeiten muss der „Projektcharakter“ signifikant eingedämmt werden!

© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 17

Abbildung 13: Taktung von repetitiven Abwicklungsprozessen in der F&E

„Wiederherstellen der Meisterkultur“: Echten Projektcharakter sollten nur tatsächlich komplexe Aufgaben mit ungewissem Ergebnis haben



(Rückkehr zur) Projektdefinition nach DIN 69901:

Vorhaben, das durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, wie z. B. Zielvorgabe, zeitliche, finanzielle, personelle und andere Begrenzungen

- Echter Projektcharakter nur für komplexe, kreative Tätigkeiten
- Betonung von Expertise und Erfahrung
- Wertschätzung anhand
 - der Qualität der erarbeiteten Lösungsalternativen
 - des Beitrags zu Design Standards
- Schaffen von
 - Ausbildungsstandards („Führerschein“)
 - Spezialistenkarrieren
- Keine beliebige Arbeitsteilung (Taylorismus) möglich

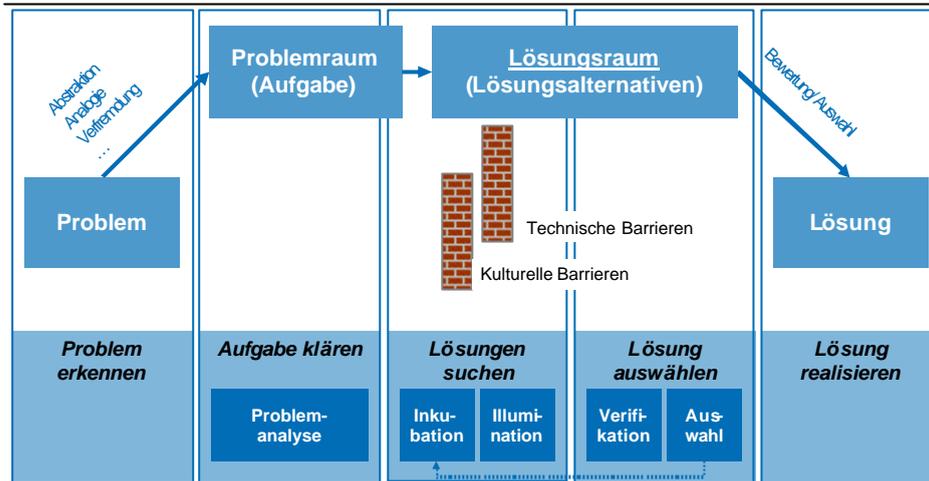
Komplexe, kreative Tätigkeiten können nicht beliebig arbeitsteilig organisiert werden!

© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 18

Abbildung 14: Aufgabe mit echtem Projektcharakter als Meisteraufgabe

Das Management des Lösungsraumes ist ein stark nichtrepetitiver Prozess und wird zur „Meisteraufgabe“ in der Produktentwicklung



In Anlehnung an Lindemann 2006

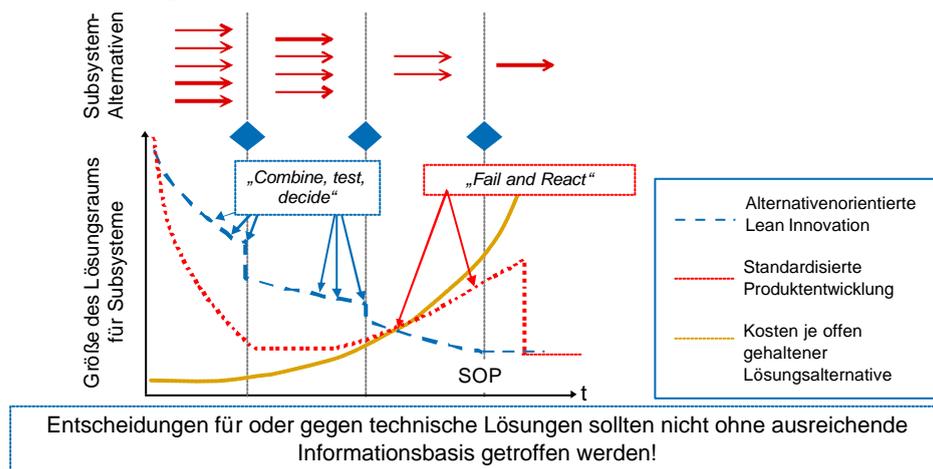
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 19

Abbildung 15: Prinzip der Problemlösung

Die „An-Entwicklung“ redundanter Systeme in frühen Phasen eines Projekts kann Effizienzvorteile sichern

Typische Lösungsraumverläufe



Entscheidungen für oder gegen technische Lösungen sollten nicht ohne ausreichende Informationsbasis getroffen werden!

© WZL/Fraunhofer IPT

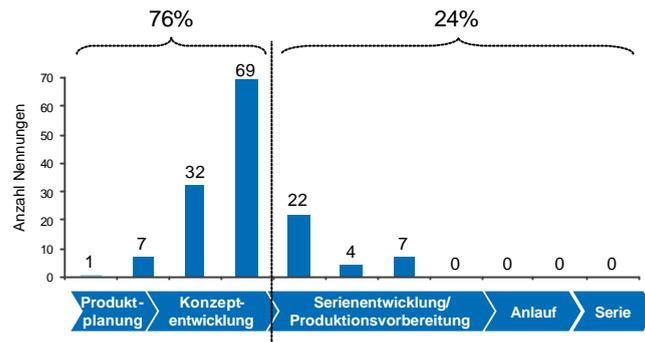
Seite 20

Abbildung 16: Typische Lösungsraumverläufe

Die Ergebnisse der aktuellen Studie „Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg“ belegen wesentliche Defizite des Lösungsraum-Managements

- Überwiegend Festlegung des Lösungsraumes schon in Konzeptphase
 - Oft keine eingehende Untersuchung der Alternativen
 - Mehrheitliche Aussage: „Prozesse zwingen zu Entscheidungen auf unsicherer Informationsbasis“
- Ursache für späte Iterationen?

Zeitpunkt der erstmaligen Einschränkung des Lösungsraumes auf ein Lösungskonzept je Komponenten



Quelle: WZL: Studie „Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg“, 143 befragte Unternehmen, 2007, Anzahl Nennungen je Zeitabschnitt, n=142

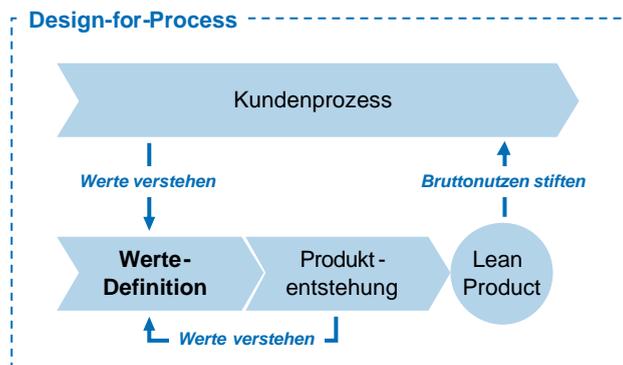
© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 21

Abbildung 17: Defizite des Lösungsraum-Managements in der Praxis

1. Definieren Sie „Wert“ für sich und Ihren Kunden: Design-for-Process ist der Schlüssel

- Wert = Systemische Sicht auf Produktentwicklung aus Kundenperspektive (intern und extern)
- Produktentwicklung als Wert-definierendes Element
- Betrachtung der Kundenanforderungen als Prozess
- Ohne klares Wert-Verständnis keine Identifikation von Verschwendung!



Ein klares Verständnis der spezifischen Werte für eine Produktentwicklung ist die Basis für den ganzheitlichen Aufbau einer Lean Innovation

© WZL/Fraunhofer IPT

Seite 23

Abbildung 18: 1. Handlungsempfehlung: Design for process

2. Messen Sie die Verschwendung Ihrer F&E im Ausgangszustand

- Messung von Verschwendung als Basis für Veränderung:

1. Ist-Projektverläufe abbilden

- Ex-post Analyse typischer Projekte
- Priorisierung von Handlungsfeldern

2. Wertstrom analysieren

- Abbildung der wesentlichen Prozesse
- Fokus auf Daten- und Informationsflüsse

3. Tätigkeitsprofile aufnehmen

- Verständnis für „Tagesablauf“ in der F&E
- Basis für die Quantifizierung von Verbesserungspotenzialen

- Ergebnis: Ausgangspunkt zur Umsetzungsplanung

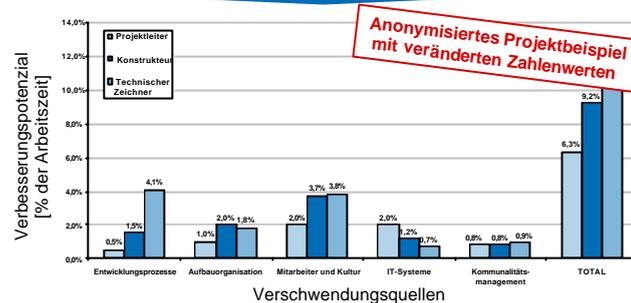
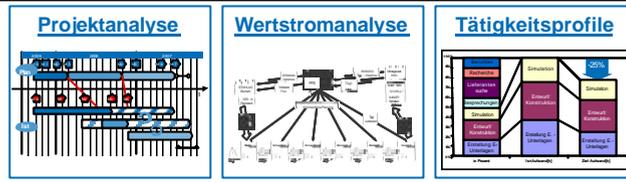


Abbildung 19: 2. Handlungsempfehlung: Verschwendung messen

3. Entwerfen Sie den Zielzustand – und planen Sie den Weg dorthin ganzheitlich

- Unternehmensspezifische Anpassung des Lean Innovation-Reifegradmodells
 - Klares Verständnis vom Zielzustand im Unternehmen
 - Lokalisierung der Ist-Situation als Basis der Umsetzungsplanung
- Planung auf Basis der Reifegradebenen
 - Vollständige Umsetzung von Lean Innovation nur über Zwischenstufen möglich
 - Planung i.d.R. nur mit mittel-/langfristigem zeitlichen Horizont
- Umsetzung von Lean Innovation nicht nur in den Strukturen – auch in Aktivitäten und Verhalten

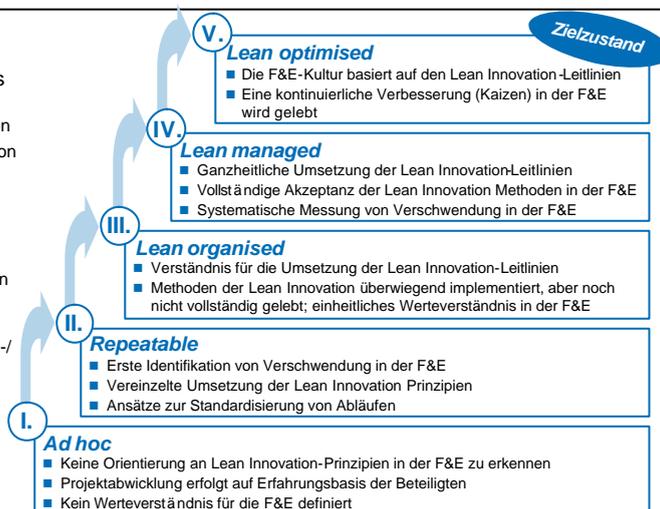
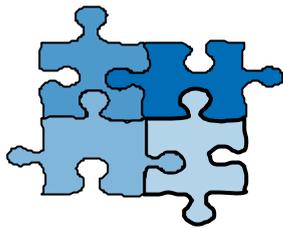


Abbildung 20: 3. Handlungsempfehlung: Umsetzung nach Stufenmodell planen

Zusammenfassung: Den Veränderungsprozess in Richtung Lean Innovation initiieren und konsequent umsetzen



- Erfolgsfaktor Lean Innovation: Systematische Identifikation von Verschwendung in der F&E bislang nur durch die „Outperformer“ unter den Studienteilnehmern
- Handlungsbedarf Lean Innovation: Derzeit noch kaum erfolgte Umsetzung von „Lean“ in der F&E – trotz eindeutiger Relevanz der Lean-Prinzipien!
- Zielbild für die Effektivität der Lean Innovation: Lean Products ermöglichen maximalen Kundennutzen zu optimierten Herstellungskosten
- Verschwendungsarme F&E-Prozesse differenzieren zwischen der Optimierung von Effektivität und Effizienz
- Systematische Planung der Umsetzung von Lean Innovation
 - Anforderungen definieren durch „Design-for-Process“
 - Verschwendung in der F&E belastbar messen
 - Zielzustand für das Unternehmen identifizieren und den Weg systematisch planen

Abbildung 21: Zusammenfassung

Literatur

- /Lit 1/ Womack, James P.; Jones, Daniel T.(2004) : Lean Thinking – Ballast abwerfen, Unternehmensgewinn steigern. Campus Verlag, Frankfurt
- /Lit 2/ Schuh, Günther; Lenders, Michael; Schöning, Sebastian (2007) Mit Lean Innovation zu mehr Erfolg. Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, Aachen
- /Lit 3/ Schuh, Günther (2005) Produktkomplexität managen – Strategien - Methoden - Tools. Carl Hanser Verlag. München, Wien
- /Lit 4/ Morgan, James M.; Liker, Jeffrey K. (2006) The Toyota product development system: integrating people, process, and technology. Productivity Press, New York
- /Lit 5/ Liker, Jeffrey K. (2004) The Toyota Way – 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. McGraw-Hill, New York
- /Lit 6/ Schuh, Günther et al. (2007) Effizient, schnell und erfolgreich – Strategien im Maschinen- und Anlagenbau. VDMA Verlag, Frankfurt
- /Lit 7/ Ashby, W. Ross (1956) An Introduction to Cybernetics. Chapman & Hall, London