

Uwe Dombrowski, David Ebentreich, Philipp Krenkel, Dirk Meyer, Stefan Schmidt, Michelle Rico-Castillo, Thomas Richter, Frank Eickhorn, Frank Schimmelpfennig, Kai Schmidtchen, Ulrich Möhring, Henrike Lenzian, Rolf Judas, Carsten Hass, Rudolf Herden und Sven Schumacher

In diesem Kapitel wird zunächst der systematische Aufbau beschrieben, der sich an der Struktur und dem Aufbau eines Ganzheitlichen Produktionssystems orientiert. Daraufhin wird die Vermeidung von Verschwendung als Basis des Lean Development vorgestellt. Daran anschließend werden für die sieben Gestaltungsprinzipien Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, Standardisierung, Fließ- und Pull-Prinzip, Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung, Null Fehler-Prinzip, Visuelles Management sowie Frontloading zunächst die Grundlagen gefolgt von Methoden und Werkzeugen vorgestellt. Zu jedem Gestaltungsprinzip ist mindestens eine Methode als Praxisbeispiel beschrieben worden, wodurch die Umsetzung in der Praxis verdeutlicht wird.

---

U. Dombrowski (✉) · D. Ebentreich · P. Krenkel · S. Schmidt · T. Richter · K. Schmidtchen  
Institut für Fabrikbetriebslehre und Unternehmensforschung (IFU), TU Braunschweig,  
Braunschweig, Deutschland  
E-Mail: u.dombrowski@ifu.tu-bs.de

D. Ebentreich  
E-Mail: d.ebentreich@ifu.tu-bs.de

P. Krenkel  
E-Mail: p.krenkel@ifu.tu-bs.de

D. Meyer  
Becorit GmbH, Recklinghausen, Deutschland  
E-Mail: dirk.meyer@ifu.tu-bs.de

S. Schmidt  
E-Mail: s.schmidt@ifu.tu-bs.de

M. Rico-Castillo  
Schaeffler AG, Herzogenaurach, Deutschland  
E-Mail: michelle.rico-castillo@ifu.tu-bs.de

## 2.1 Struktur und Aufbau

*Uwe Dombrowski, David Ebentreich*

Lean Development Systeme (LDS) sind für den Produktentstehungsprozess gleichermaßen zu strukturieren wie ein Ganzheitliches Produktionssystem (GPS), siehe Abb. 2.1 (Dombrowski und Mielke 2015). Damit durch die Nutzung der Methoden und Werkzeuge auch die Ziele des Unternehmens verfolgt werden, sind die Inhalte eines LDS von den Zielen strukturiert abgeleitet.

Ziel für die Produktentstehung ist neben den drei Zielgrößen Qualität, Kosten und Zeit auch die Innovation der Produkte. Welche Ziele dabei für verschiedene Unternehmensstrategien abgeleitet werden können wird in Abschn. 3.5 aufgegriffen. Durch die Individualität der Unternehmensziele werden auch die Inhalte des LDS unternehmensspezifisch ausgewählt. Gewöhnlich werden die Ziele von den Unternehmenszielen für die

---

T. Richter

E-Mail: t.richter@ifu.tu-bs.de

F. Eickhorn

Wagner Group GmbH, Hannover, Deutschland

E-Mail: frank.eickhorn@ifu.tu-bs.de

F. Schimmelpfennig

GIRA Giersiepen GmbH & Co. KG, Radevormwald, Deutschland

E-Mail: frank.schimmelpfennig@ifu.tu-bs.de

K. Schmidtchen

E-Mail: k.schmidtchen@ifu.tu-bs.de

U. Möhring

Siemens AG, Braunschweig, Deutschland

E-Mail: ulrich.moehring@ifu.tu-bs.de

H. Lenzian

Sennheiser electronic GmbH & Co.KG, Wedemark, Deutschland

E-Mail: henrike.lenzian@ifu.tu-bs.de

R. Judas

Schmitz Cargobull AG, Altenberge, Deutschland

E-Mail: rolf.judas@ifu.tu-bs.de

C. Hass · R. Herden · S. Schumacher

Miele & Cie. KG, Gütersloh, Deutschland

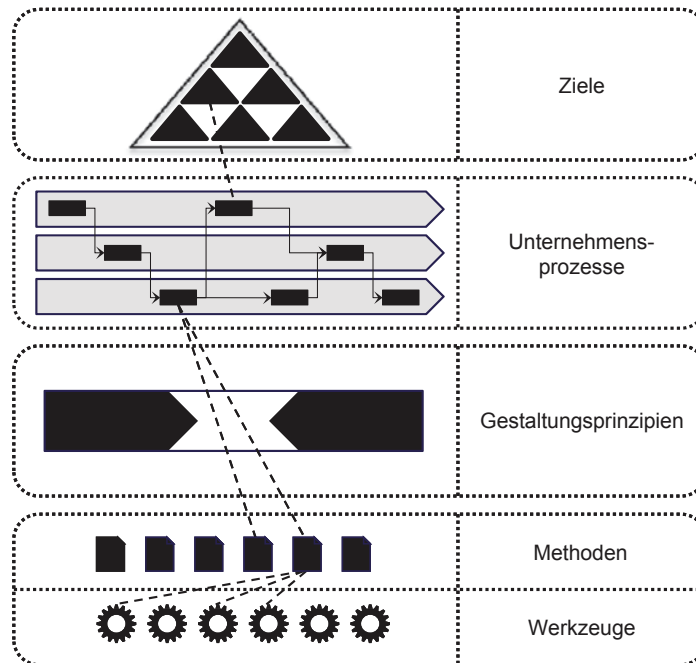
E-Mail: carsten.haas@ifu.tu-bs.de

R. Herden

E-Mail: rudolf.herden@ifu.tu-bs.de

S. Schumacher

E-Mail: sven.schuhmacher@ifu.tu-bs.de



**Abb. 2.1** Aufbau und Struktur eines Ganzheitlichen Produktionssystems. (VDI 2870-1 2012)

verschiedenen Funktionsbereiche abgeleitet. Diese Funktionsbereiche erreichen ihre Ziele durch die Umsetzung in den Unternehmensprozessen. Erst durch die Prozessorientierung werden die Ziele auf den Kunden ausgerichtet (Dombrowski und Mielke 2015). Daher ist ein prozessorientiertes Unternehmensmodell für die kongruente Zielerreichung aller Unternehmensbereiche sehr wichtig (Binner 2008).

Für das LDS ist der Produktentstehungsprozess (PEP) Geltungsbereich zur Umsetzung der Ziele. Ausgehend von den festgelegten Zielen in den Unternehmensprozessen werden Gestaltungsprinzipien ausgewählt, die einen Beitrag für die Verbesserung haben. Gestaltungsprinzipien fassen dabei Methoden und Werkzeuge zusammen, die bei der Umsetzung des Gestaltungsprinzips dienen. Die Auswahl der Gestaltungsprinzipien kann unternehmensindividuell geschehen. In diesem Buch wurden bereits die sieben Gestaltungsprinzipien von Lean Development (LD) vorgestellt (vgl. Abschn. 1.3). In den nachfolgenden Kapiteln werden diese Gestaltungsprinzipien mit ihren zugehörigen Methoden und Werkzeugen beschrieben. In Tab. 2.1 werden die sieben Gestaltungsprinzipien dargestellt mit den beschriebenen Methoden und Werkzeugen.

**Tab. 2.1** Methoden und Werkzeuge in der Übersicht

Gestaltungsprinzip	Methode
Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (siehe Abschn. 2.3)	Ideenmanagement
	Benchmark
	A3-Methode
	Best-Practice Sharing
	PEP-Wiki
	Hansei-Events
	Trade-off-Kurven
	PEP-spezifisches Lieferantenranking
	Lieferanten-KVP
Standardisierung  (siehe Abschn. 2.4)	Praxisbeispiel: A3-Methode
	Prozessstandardisierung
	Arbeitsstandards
	Projektkategorisierung
	Vorgabe von Wiederverwendungsquoten
	Einführung eines Kennzahlensystems
	Shopfloor Management
Fließ- und Pull-Prinzip (siehe Abschn. 2.5)	Praxisbeispiel: Shopfloor Management
	Prozesssynchronisation
	Prozessorientierte Projektorganisation
	Einführung von Kompetenzzentren
	Regelkommunikation
	Scrum
	Simultaneous Engineering
	Request for Design Development Proposal
	Systematische Lieferantenauswahl
Mitarbeiterorientierung und zielorientierte Führung (siehe Abschn. 2.6)	Lieferantenintegration
	Praxisbeispiel: Scrum
	Fehler- und No-Blame-Kultur
	Qualifizierungsplanung
	Mentoring
	Hoshin Kanri
	Spezialistenkarriere
	Starker Projektleiter/Chief Engineer
Praxisbeispiel: Personal Kanban	
Praxisbeispiel: Coaching	

**Tab. 2.1** (Fortsetzung)

Gestaltungsprinzip	Methode
Null-Fehler-Prinzip (siehe Abschn. 2.7)	Requirements Engineering
	Quality Function Deployment
	Quality-Gates
	Eskalationsvorgaben/Andon
	Rapid Prototyping
	Cardboard Engineering
	Systematische Fehlerbehebung
Praxisbeispiel: Cardboard Engineering	
Visuelles Management (siehe Abschn. 2.8)	Visualisierung von Projektinhalten/Obeya
	Visualisierung innerhalb der Funktionsbereiche
	Go-to-Gemba
	Wertstrommethode
	5S
	Projekt-Portfolio Monitoring
	Praxisbeispiel: Obeya
Frontloading (siehe Abschn. 2.9)	Set-based Engineering
	Sortimentsoptimierung
	Target Costing
	Lebenszyklusplanung
	Kentou
	Quality Function Deployment
	Praxisbeispiel: Quality Function Deployment

## 2.2 Vermeidung von Verschwendung

*Uwe Dombrowski, Philipp Krenkel*

### 2.2.1 Grundlagen

Viele Unternehmen haben in der Vergangenheit ihre Produktivität und Flexibilität durch die Einführung eines Ganzheitlichen Produktionssystems (GPS) gesteigert (VDI 2870-1 2012; Zahn 2013). Wesentlicher Ansatz ist hierbei die konsequente und gründliche Vermeidung jeglicher Verschwendung (Ohno 2013). Generell lassen sich Tätigkeiten in wertschöpfende und nicht wertschöpfende Tätigkeiten unterteilen. Wertschöpfend sind die Tätigkeiten, Prozesse oder Projekte, bei denen der Wert des Produktes erhöht wird und

für die der Kunde bereit ist zu bezahlen (VDI 2870-1 2012). Nicht wertschöpfende Tätigkeiten können notwendig sein (z. B. Transporte) oder nicht notwendig (z. B. Fehler). Nicht wertschöpfende Tätigkeiten sowie notwendige Tätigkeiten führen zu keiner Erhöhung des Wertes aus Sicht des Kunden und stellen somit Verschwendung dar (Liker 2013). Die Vermeidung von Verschwendung geht folglich mit einer Erhöhung des Wertschöpfungsanteils einher (Ohno 2013; Liker 2013; Becker 2006). In der Literatur sind die sieben Verschwendungsarten nach Ohno am weitesten verbreitet. Diese nachfolgend genannten sieben Arten unterstützen bei der Identifikation und Vermeidung von Verschwendung innerhalb der Produktion (Ohno 2013).

1. Überproduktion
2. Wartezeiten
3. Transport
4. durch die Bearbeitung selbst
5. Bestände
6. Bewegungen
7. Ausschuss und Nacharbeit

Zur langfristigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit ist es für Unternehmen entscheidend, die Entwicklungszeiten sowie -kosten drastisch zu senken. Daher besteht das Ziel, das Vorgehen zur Vermeidung von Verschwendung auf den PEP zu übertragen.

Derzeit ist vielen Unternehmen nicht bewusst, welche Tätigkeiten zur Wertschöpfung und welche zur Verschwendung in der Produktentstehung beitragen (Dombrowski et al. 2011c). Hierdurch findet in der Praxis meist keine systematische Identifikation von Verschwendung statt, woraus sich ein sehr niedriger Wertschöpfungsanteil innerhalb des PEP ergibt. Verschiedene Studien gehen von gerade einmal 20% Wertschöpfung im PEP aus (Fiore 2005; Mascitelli 2007; Schipper und Swets 2010; Ward et al. 1995). Die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch eine Reduktion der Entwicklungszeiten sowie -kosten ist damit kaum möglich, besitzt jedoch höchste Relevanz im internationalen Wettbewerb.

Eine Ursache für die fehlende systematische Identifikation von Verschwendung ist, dass die genannten sieben Verschwendungsarten innerhalb der Produktion nicht eins zu eins auf die Produktentstehung übertragen werden können (Dombrowski und Zahn 2011; Morgan und Liker 2006). Gründe hierfür sind in den Rahmenbedingungen des PEP zu finden (Floresca et al. 2010; Hoppmann 2009; Morgan und Liker 2006). So basieren die sieben Verschwendungsarten grundlegend auf einer visuellen Erfassung der Verschwendung, die aufgrund der fehlenden Transparenz im PEP nicht immer möglich ist. Im Genauen gilt es die nachfolgend genannten Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

In der Produktentstehung steht **primär der Informationsfluss statt des Materialflusses** im Vordergrund: Während in der Produktion vornehmlich der Materialfluss betrachtet wird, ist in der Produktentstehung primär der Informationsfluss zu beachten. Verschwen-

dungen im Informationsfluss sind allerdings weniger transparent und dadurch schwerer zu identifizieren (Morgan und Liker 2006; Dombrowski et al. 2011a).

Die Produktentstehungsprozesse sind **primär kognitive statt physische Prozesse**: Zu den kognitiven Prozessen gehören insbesondere Aufgaben zur kreativen Lösungsfindung. Jedoch werden nicht alle erdachten Lösungsalternativen umgesetzt. Trotzdem ist dieses generierte Wissen nicht pauschal als Verschwendung zu definieren, da dieses z. B. im Rahmen zukünftiger Projekte genutzt werden kann. Verschwendung entsteht, wenn das erarbeitete Wissen verloren geht. Hier fehlt es allerdings an Transparenz über die wirklich verursachte Verschwendung, da diese nicht wie ein physischer Prozess beobachtet werden kann (Morgan und Liker 2006; Zahn 2013; Dombrowski et al. 2011a).

In der Produktentstehung sind **individuelle Lösungen statt hoher Wiederholraten** gefragt: Aufgaben der Produktentstehung sind vielfach einmalig, bei denen die Auswirkungen auf spätere Produktlebensphasen vorher nicht immer feststehen. Vor dem Hintergrund, dass in den frühen Phasen der Produktentstehung die Herstell-, Betriebs- und Entsorgungskosten weitgehend fixiert werden (Ehrlenspiel et al. 2014; VDI-Richtlinie 2235 1987), wird hier bereits ein Großteil der Verschwendung in den nachfolgenden Produktlebensphasen vorbestimmt (Dombrowski und Schmidt 2013) Diese ist allerdings, wie bereits erwähnt, in den frühen Phasen wenig transparent, sodass deren Identifikation schwer ist (Dombrowski et al. 2011a). Um diese Verschwendung transparent zu machen, muss im PEP neben den ausführenden Prozessen auch die Verschwendung am Produkt identifiziert werden.

**Prozesszeiten in der Produktentstehung** sind meist Wochen oder Monate, in der Produktion Sekunden und Minuten: Eine Messung von prozessbezogenen Verschwendungsarten mit den gleichen Methoden wie in der Produktion (z. B. Produktivitätskennzahlen, Zeitaufnahmen) ist aufgrund der nicht vorhandenen Vorgabezeiten und des hohen Individualisierungsgrads der Tätigkeiten nur nach intensiven Vorarbeiten möglich. Es besteht daher nur geringe Transparenz über die benötigten Zeiten einzelner Tätigkeiten im PEP, wodurch die zeitliche Verschwendung nur schwer identifiziert werden kann (Morgan und Liker 2006; Dombrowski et al. 2011a).

Zusammenfassend ist ersichtlich, dass Unternehmen eine ausreichende Transparenz über die bestehende Verschwendung benötigen, um dem zuvor beschriebenen Defizit einer fehlenden systematischen Identifikation von Verschwendung im PEP zu begegnen. Allein wenn Transparenz über die Verschwendung im PEP vorliegt, kann zu Beginn eines PEP eine umfassende Vermeidung von Verschwendung, bspw. unter Zuhilfenahme des PDCA-Zyklus, vorangetrieben werden. Zu berücksichtigen ist dabei sowohl die Verschwendung in den ausführenden Prozessen des PEP als auch die Verschwendung am Produkt, die sich erst in den späteren Phasen des Produktlebenszyklus auswirkt. Im folgenden Abschnitt sollen dazu in der Literatur genannte verschiedene Arten der Verschwendung beschrieben werden. Durch deren Berücksichtigung wird die Transparenz erhöht, wodurch die Identifikation von Verschwendung in der Praxis vereinfacht und die Zielgrößen Qualität, Kosten sowie Zeit im PEP verbessert werden können.

## 2.2.2 Ansätze zur Definition und Identifikation von Verschwendung

Das Lean Engineering der LAI (Lean Advancement Initiative, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge) beschreibt insgesamt sieben Verschwendungsarten in der Produktentstehung (McManus 2005)

1. Wartezeiten
2. Bestand
3. Overprocessing
4. Überproduktion
5. Transporte
6. Unnötige Bewegungen
7. Defekte Produkte

Das Toyota Product Development System nach Morgan und Liker stellt einen aktuell weit verbreiteten Ansatz zur Beschreibung von LD dar. Dabei werden sieben Arten von „Muda“ bzw. von Verschwendung in der Produktentstehung definiert (Morgan und Liker 2006)

1. Überproduktion
2. Wartezeiten
3. Bewegungen
4. überflüssige nicht-standardisierte Prozesse
5. Bestände
6. Transport
7. Nacharbeit

In Lean Product and Process Development nach Ward werden die Verschwendungsarten der Produktentstehung unter dem Begriff Wissensverschwendung (engl.: Knowledge-Waste) aufgezeigt. Im Zuge dessen werden die nachfolgenden Verschwendungsarten genannt (Ward 2007):

1. Kommunikationsbarrieren
2. Unzureichende Hilfsmittel
3. Unnütze Informationen
4. Wartezeiten
5. Testen von Spezifikationen
6. Verworfenes Wissen

In Lean Innovation nach Schuh werden die folgenden sechs Verschwendungsformen genannt (Schuh 2013):



1. Mangelnde Kundenorientierung
2. Unterbrochener Wertstrom
3. Ungenutzte Ressourcen
4. Ungenügende Standards
5. Ungenutzte Skaleneffekte
6. Defekte und Nacharbeiten

In der Arbeit von Oehmen et al. werden acht Verschwendungsarten in der Produktentstehung genannt (Oehmen und Rebentisch 2010)

1. Warten auf Personen
2. Zusammenbringen von Informationen
3. Erarbeiten fehlerhafter Informationen
4. Bestand von Informationen
5. Kommunikationsspannen
6. Overprocessing
7. Überproduktion
8. Unnötige Bewegungen

### 2.2.3 Zusammenfassende Beurteilung

Um einen zusammenfassenden Zugang zu den genannten Verschwendungsursachen in der Produktentstehung zu geben, werden diese in Tab. 2.2 gebündelt dargestellt und im Folgenden erläutert.

- **Wartezeiten:** Unterbrechungen des Wertstroms, wie sie durch Wartezeiten entstehen, ergeben sich durch das Warten von Personen auf Informationen. Ursachen können fehlende Zugriffsmöglichkeiten, ausstehende Entscheidungen oder zeitlich unpassende Datenbankupdates sein. Allerdings können auch Informationen bei zu früher Generierung auf Personen warten, wodurch die Daten bei deren Nutzung bereits veraltet sein können (Schuh 2013; McManus 2005; Morgan und Liker 2006; Ward 2007; Oehmen und Rebentisch 2010).
- **Bestand:** Ein zu hoher Bestand an Informationen kann sich durch ein zu geringes Verständnis über eigentlich benötigte Daten ergeben. Des Weiteren steigt der Bestand durch eine dezentrale, individuelle Datenpflege wodurch mehrfache und redundante Informationsquellen vorhanden sind. Eine Auswirkung dieser Bestände kann der Gebrauch veralteter Information sein (McManus 2005; Morgan und Liker 2006).
- **Overprocessing:** Beispiele hierfür sind das exzessive Formatieren oder Konvertieren von Informationen sowie die Arbeit mit unterschiedlichen IT-Systemen und die Übererfüllung technischer Lösungen (McManus 2005; Oehmen und Rebentisch 2010).
- **Überproduktion:** Darunter werden überflüssige Details und Genauigkeiten in den frühen Stufen der Produktentstehung verstanden. Überproduktion entsteht dabei häufig

**Tab. 2.2** Zusammenfassung von Verschwendungsarten in der Produktentstehung

Arten der Verschwendung	Autoren				
	McManus 2005	Morgan und Liker 2006	Ward 2007	Schuh 2013	Oehmen und Rebentisch 2010
Wartezeiten	x	x	x	x	x
Bestand	x	x			
Overprocessing	x				x
Überproduktion	x	x			x
Transporte	x	x			
Unnötige Bewegung	x	x			x
Defekte Produkte	x				x
Überflüssige nicht-standardisierte Prozesse		x		x	
Nacharbeit		x		x	x
Kommunikationsbarrieren			x		x
Unzureichende Hilfsmittel			x		
Unnütze Informationen			x		x
Testen von Spezifikationen			x		
Verworfenes Wissen			x		
Mangelnde Kundenorientierung				x	
Ungenutzte Ressourcen				x	
Ungenutzte Skaleneffekte				x	

durch das „Pushing“ statt dem „Pulling“ von Information durch unkontrollierte Prozesse. Des Weiteren entsteht in der Produktentstehung eine Überproduktion, wenn mehrere Personen gleiche Kundenlösungen erarbeiten (McManus 2005; Morgan und Liker 2006; Oehmen und Rebentisch 2010).

- **Transporte:** Hierunter fallen unnötige/überflüssige Transporte von Informationen zwischen Personen, Organisationen oder Systemen, bspw. durch die mehrfache Bearbeitung von Informationen bevor sie beim Nutzer ankommen. Verursacht wird dies häufig durch fehlende Zugriffsrechte (McManus 2005; Morgan und Liker 2006).
- **Unnötige Bewegungen:** Unnötige Bewegungen von Personen entstehen durch redundante Meetings, oberflächliche Besprechungen oder weite Reisedistanzen. Weitere Ursachen sind der fehlende direkte Zugang zu Teammitgliedern, wenn sie bspw. räum-