



Prozesse noch besser verstehen

Kombination von Wertstromanalyse und Simulation deckt Verschwendung auf

Das Erfassen und Analysieren von Wertströmen ist eine der am häufigsten verwendeten Methoden in der Lean-Prozessverbesserung. Inzwischen können Lean-Manager die detaillierte Wertstromanalyse mit einer Simulation kombinieren und erhalten so ein besseres Verständnis der Prozesse. Dadurch lassen sich die Ursachen für Verschwendung aufdecken und abgeleitete Maßnahmen auf Wirksamkeit und mögliche Nebeneffekte überprüfen.

Sandor Bende-Farkas

Eine Wertstromanalyse analysiert Material- und Informationsflüsse und stellt die Prozesse und Flüsse eines Wertschöpfungsprozesses dar. In der Praxis begegnen den meisten Lean Trainer und -Berater solche Einwänden wie „Unser Prozess ist viel zu komplex für eine Wertstromanalyse“. Sie haben gelernt, damit umzugehen, indem sie die Komplexität aus der Analyse beseitigen. Die einfache Anwendung eines Wertstroms beruht auf zwei Voraussetzungen:

1. Jeder Prozessschritt wird durch dedizierte Ressourcen ausgeführt, die nur in diesem Prozessschritt arbeiten.
2. Die durch den Wertstrom beschriebenen Prozesse sind in dem Maße standardisiert, dass ihre Messwerte, die den Prozess beschreiben, um ihre Mittelwerte wenig Variation aufweisen.

Berechnung der effektiven Verarbeitungszeit

In einer Produktionslinie sind beide Vo-

oraussetzungen sicher erfüllt. In administrativen Prozessen jedoch meist nicht. Ressourcen sind nicht einer einzigen Aufgabe gewidmet, sondern haben mehrere Aufgaben im Zusammenhang mit unterschiedlichen Wertströmen. So kann beispielsweise eine Person, die Kundenanfragen über neue Produkte beantwortet, auch für die Bearbeitung von Kundenbeschwerden verantwortlich sein. Auch werden die Verarbeitungszeiten für denselben Aufgabentyp von Minuten bis zu Tagen schwankend >>>

variabel sein. Eine wichtige Frage für die Wertstromspezialisten ist, wie diese Situationen bewältigt werden kann. Eine naheliegende Antwort wäre, nur die Voraussetzungen zu erklären und, falls diese nicht erfüllt sind, auf die „normale“ Prozessabbildung auszuweichen. Mit diesem Ansatz wird jedoch nur die „unnötige“ Komplexität des Prozesses dargestellt und nicht beseitigt. Mithilfe der Prozessdarstellung ist allen Beteiligten zu zeigen, wie komplex der Prozess ist, um einen Anstoß zur Vereinfachung zu geben. Eine Schwimmspurdiagramm ist also ein Werkzeug, um die Stakeholder zu Taten zu bewegen, aber wenig dazu geeignet, einen Prozess tatsächlich zu analysieren.

Ein besserer Ansatz ist es, die Wertstrommethodik auf Abweichungen von den beiden Prämissen auszudehnen. Hierfür sind zwei Schritte erforderlich, die in der Regel jedem der beiden Voraussetzungen entsprechen.

Wenn Mitarbeiter in einem Prozessschritt mehrere unabhängige Aufgaben haben, und/oder mehrere Mitarbeiter dieselbe Aufgabe im Prozess parallel bearbeiten, kann man sich auf die „effektive Verarbeitungszeit“ konzentrieren. Diese Zeit wird als die durchschnittliche Zeit zwischen zwei Fertigprodukten, die den Verfahrensschritt verlassen, definiert, unter der Bedingung, dass der Schritt gut versorgt war (d. h. es musste nicht auf Materialien, Eingaben usw. warten).

Die Formel für die effektive Verarbeitungszeit lautet:

$$PT_{\text{eff}} = 1 / \text{SUM} (A_1/P_1 + A_2/P_2 + \dots + A_n/P_n)$$

Dabei steht A_1 für die Prozent der Zeit, in der sich Ressource 1 der Aufgabe im studierten Wertstrom widmen kann. P_1 ist die Verarbeitungszeit, die Ressource 1 zur Ausführung der Aufgabe benötigt, vorausgesetzt, dass während der Arbeit keine Unterbrechungen vorhanden sind.

Ein Beispiel aus der Industrie

Zwei Wartungstechniker führen eine Reparatur durch. Der erste ist erfahrener und braucht im Durchschnitt 2 Stunden pro Reparatur. Der weniger erfahrene Kollege braucht im Durchschnitt 2,5 Stunden für die gleiche Reparatur. Der erfahrene Ingenieur verwaltet auch die Lieferanten von Ersatzteilen, was etwa 3 Stunden pro Tag in Anspruch

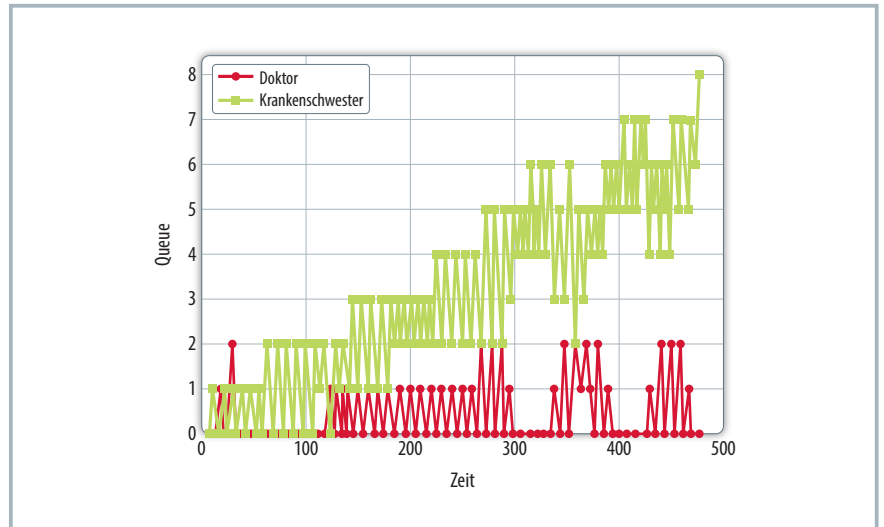


Bild 1. Warteschlangen in der Arztpraxis ohne Zufallseinflüsse

Quelle: Sandor Bende-Farkas, Grafik: © Hanser

nimmt. Wie lang ist die effektive Bearbeitungszeit des Prozessschrittes Reparatur? In diesem Fall beträgt $P_1 = 2$ und $P_2 = 2,5$. Der erste Ingenieur kann nur $(8-3)/8 = 0,6$ (60%) seiner Zeit mit Reparaturen verbringen, der weniger erfahrene 100%. Die effektive Bearbeitungszeit einer Reparatur beträgt $1 / (0,6/2 + 1/2,5) = 1/0,7 = 1,4$ Stunden. Und nicht 1 Stunde, wie man es annehmen könnte, da zwei Ingenieure die Reparaturen durchführen. Alle anderthalb Stunden beendet das Team einen Reparaturjob. In einer Wertstromkarte wird dieser Schritt so dargestellt, als hätte man eine Ressource, die alle 1,5 Stunden eine Reparatur beendet. Durch die Berechnung kann die durch die ungleichen Prozesszeiten erzeugte Komplexität in der Analyse aufnehmen und dadurch die erste Prämisse eliminiert werden.

Die zweite Prämisse wirft auch in der Praxis Probleme auf. Eine der am häufigsten gehörten Kommentare bei Wertstromanalysen ist, dass diese nur für die standardisierten Prozesse in der Automobilproduktion gelten.

In Prozessen mit vielen zufälligen Einflüssen fehlen in der Analyse des Wertstroms wichtige Effekte, da sich dies nur auf das durchschnittliche Verhalten konzentriert. Auch gibt es wenig intuitives Verständnis dafür, wie sich ein Wertstrom im Zeitverlauf verhalten wird, und wie zufällige Effekte einen Wertstrom beeinflussen. Dies erfordert eine dynamische Sicht auf den Wertstrom, unser Bild ist im Wesentlichen jedoch statisch.

Simulation des Wertstroms

Der Ausweg aus dieser Situation ist schon lange bekannt: eine Simulation des Wertstroms. Doch spezielle Simulationssoftware war bisher teuer. Das änderte sich mit der Entwicklung von Open-Source-Programmiersprachen wie R und Python. Heute haben wir in diesen Sprachen bekannte Module, die ein De-facto-Standard für Systemsimulationen darstellt.

Damit lässt sich jeder Wertstrom basierend auf der traditionellen statischen Weise mit einer dynamischen Sicht erweitern. Das verbessert die Vorstellung vom Wertstrom, zudem erhält man ein Bild von den Auswirkungen zufälliger Variationen. Darüber hinaus kann die Frage beantwortet werden, wie sich der Wertstrom bei spezifischen Prozessänderungen ändert.

Ein Beispiel aus der Arztpraxis

Ein Arztbesuch besteht aus vier Schritten:

1. Die Krankenschwester empfängt den Patienten und bereitet die Patientenakte für den Arzt vor.
2. Der Arzt untersucht den Patienten.
3. Die Krankenschwester aktualisiert die Patientenakte.
4. Der Arzt unterschreibt die Dokumente.

Während des Tages müssen zufällige Anrufe von der Krankenschwester beantwortet werden. Dabei handelt es sich nicht um einen komplexen Prozess, doch dieser verletzt bereits beide Prämissen. Um den Prozess abzubilden, müssen die effektiven Bearbeitungszeiten für jeden Schritt ausgear-

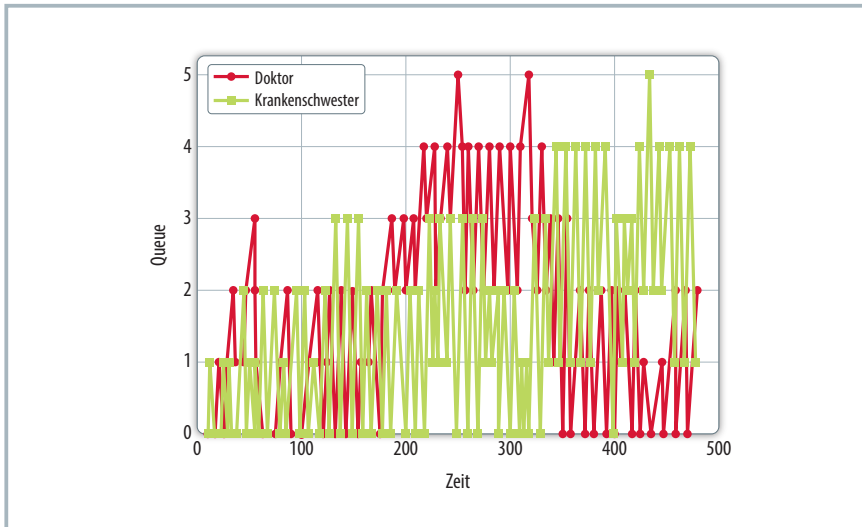


Bild 2. Warteschlangen vor der Krankenschwester und Arzt ohne Berücksichtigung von Zufallsfaktoren

Quelle: Sandor Bende-Farkas, Grafik: ©Hanser

beitet werden. Dazu bedarf es einige Durchschnittswerte, die in einem realen Fall gemessen oder geschätzt werden müssen. In dem Beispiel werden diese als bekannt vorausgesetzt.

- Schritt 1 dauert im Durchschnitt 2 Minuten.
- Schritt 2 dauert 8 Minuten.
- Schritt 3 dauert 4 Minuten.
- Schritt 4 dauert 0,5 Minuten.

Ein Anruf dauert im Durchschnitt 4 Minuten und ein Anruf kommt einmal in etwa 10 Minuten. Wir gehen auch davon aus, dass alle 9 Minuten ein neuer Patient eintritt.

Anhand der Formel kann die effektive Verarbeitungszeit für die Krankenschwester berechnet werden:

Für Schritt 1 benötigt sie $2/(2 + 4 + 4) = 20\%$ Zeit. Die Verarbeitungszeit beträgt 2 Minuten, so dass die effektive Verarbeitungszeit $2/0,2 = 10$ Minuten ist. Sie kann also im Schnitt 1 Patientenakte alle 10 Minuten vorbereiten. Die effektive Bearbeitungszeit des Arztes beträgt 8,5 Minuten. Die Standardwertstromanalyse zeigt, dass die Patienten auf die Krankenschwester warten und es keine Warteschlange beim Arzt geben wird.

Mit Hilfe der R-Bibliothek `simmer` lässt sich nun eine Wertstrom-Simulation erstellen und die Länge der Warteschlangen über einen Arbeitstag betrachten. Dabei wurde nur mit Mittelwerten gearbeitet, zufällige Schwankungen wurden noch nicht eingeführt.

Das reale Verhalten ist jedoch komplexer als die statische Sicht. Auch bei Abwe-

senheit von Zufallseffekten sieht man manchmal eine Warteschlange beim Arzt was wir auf Basis der statischen Analyse nicht vorhersagen könnten, aber im Grunde scheint unsere statische Analyse richtig zu sein: Wir sehen kaum wartende Patienten beim Arzt, aber eine stetig wachsende Schlange an der Krankenschwester (Bild 1).

Für das Einführen einiger Zufallseffekte in den Prozess werden detailliertere Informationen über die Verteilung der Bearbeitungszeiten für jeden Schritt benötigt. Das setzt detaillierte Messungen im realen Leben und einen längeren Zeitraum der Datenerhebung voraus.

Mit der Dreiecksverteilung gibt es eine schnelle Möglichkeit, einige Annahmen in einer Simulation einzuführen. Diese können durch drei Zahlen definiert werden: das Minimum, das Maximum und den am häufigsten vorkommenden Wert (aka der Modus).

Angenommen, der Arzt hat eine Variation, die durch die Dreiecksverteilung (5, 14, 8) beschrieben wird). Das bedeutet, dass der Arzt nie weniger als 5 Minuten mit dem Patienten verbringt und der längste Besuch 14 Minuten dauert. Am häufigsten dauern Besuche 8 Minuten. In diesem Fall beträgt die durchschnittliche Bearbeitungszeit 9 Minuten pro Prüfung.

Nehmen wir auch an, dass die Patienten im zufälligen, durch die Dreiecksverteilung (5, 15, 8) beschriebenen Rhythmus den Arzt besuchen. Das bedeutet, dass im Durchschnitt jede 9,33 Minuten ein neuer Patient ankommt. Des Weiteren nehmen wir an, um das Beispiel nicht zu verkompli-

zieren, dass die Krankenschwester in einer standardisierten Art arbeitet und ihre Bearbeitungszeit ohne Variation in jeder Phase konstant ist (Bild 2).

Obwohl der Arzt statisch gesehen ausreichend Zeit hat, baut sich um die Mittagszeit vor dem Arzt eine Warteschlange auf. Der Arzt hatte vermutlich einige Patienten, die mehr Zeit in Anspruch nahmen, einige sind möglicherweise früher als erwartet angekommen. Dieser Effekt kann basierend auf dem statischen Wertstrom kaum vorhergesagt werden.

Die Krankenschwester ist noch mehr belastet. Sie kann einen Patienten (alle Phasen betrachtet) in 10 Minuten bedienen. Alle 9,3 Minuten kommt ein Patient, sodass es am Ende des Tages eine lange Schlange vor der Krankenschwester gibt. Der Arzt schafft es jedoch, seine Warteschlange über einen längeren Zeitraum zu bearbeiten.

Mithilfe der Simulation können nun Verbesserungsvorschläge analysiert werden. Bei einer weiteren Analyse wird beispielsweise die Idee in Betracht gezogen, die eingehenden Anrufe an einen externen Dienstleister zu leiten, damit die Krankenschwester ausschließlich Zeit für die Patienten hat. Eine neue Simulation wird dann zeigen, dass die Krankenschwester jetzt den Arzt mit Arbeit überflutet und der Arzt der neue Engpass geworden ist.

Nun kann man weitere Möglichkeiten in Betracht ziehen und mit entsprechenden Simulationen analysieren. Vielleicht sollte man zwei Ärzte beschäftigen oder die Anzahl der neu ankommenden Patienten verringern. Die Simulationen helfen auch, die Wirtschaftlichkeit jeder Variante zu überprüfen. Diese Vielseitigkeit und Flexibilität ist der größte Vorteil dieser Methode. ■

INFORMATION & SERVICE

AUTOR

Sandor Bende-Farkas leitet die Ifss GmbH in Wien/Österreich.

KONTAKT

Ifss GmbH
T +43 (1) 523 17 96-0
office@ifss.net
www.ifss.net