

# Muda, Mura, Muri

## Die drei Übel der Produktion

Auf der nie endenden Suche nach Möglichkeiten, die Produktion zu verbessern, hat Toyota die drei Übel in jedem Produktionssystem identifiziert: Verschwendung/vergebliches Bemühen (Muda), Unausgeglichenheit (Mura) und Überlastung (Muri). Auch wenn die Eliminierung von Muda in der westlichen Welt wesentlich prominenter ist, dürfen die Unausgeglichenheit und die Überlastung nicht vernachlässigt werden. Dieser Beitrag erklärt die dahinter stehenden Konzepte.

von Prof. Dr. Christoph Roser

Die Begriffe Muda, Mura und Muri (Verschwendung, Unausgeglichenheit und Überlastung) sind keine Erfindung von Toyota. Sie wurden in der japanischen Kampfkunst schon lange vor Toyota verwendet. Dort wird jede überflüssige Bewegung im Kampf als Verschwendung (Muda) bezeichnet, weil diese den Athleten ermüdet und ihn damit angreifbar macht. (Der Begriff Muda beinhaltet mehr als nur Verschwendung. Er steht für "vergebliche Mühe, etwas für die Katz' tun". Der Einfachheit halber verwenden wir hier im weiteren Text das Wort "Verschwendung"). Ähnlich ist es mit ungleichmäßigen oder unnatürlichen Bewegungen oder Denkweisen oder mit unnatürlichen Haltungen (Mura). All dies behindert das Handeln im Kampf, ebenso wie eine Überlastung (Muri), wenn man zu viel auf einmal machen will oder Techniken anwendet, die man noch nicht beherrscht.

Ein Kampfkünstler beseitigt diese Probleme durch die drei Säulen der Kampfkunst: Kihon (Grundlagentraining), Kata (Wiederholtes Üben bestimmter Bewegungen) und Kumite (Freier Kampf). Jedoch sind dies nur Techniken für das Training. Zusätzlich stärkt er seinen Körper durch Leibesübungen (Hojo Undo

und Taishou), und er trainiert seinen Geist indem er Kampfgeist aufbaut (Seishin Tanren, d.h. buchstäblich den Geist schmieden). Zusammen formen sie den Weg des Kriegers (Budo), um ihnen auf dem Weg des Kriegers (Bushido) zu helfen.

### Von der Zerstörung zur Erschaffung

Während Bushido darauf abzielt, den Gegner zu zerstören, zielt die "Schlanke Produktion" auf die Wertschöpfung ab. In beiden Fällen sollten diese Ziele unachgiebig verfolgt werden. So wie die Kampfkunst dem Weg des Kriegers folgt, sollte die schlanke Produktion etwas ähnliches, etwa einen "Weg des Herstellers" haben (was, frei übersetzt, Seisanshodo wäre, obwohl das kein wirkliches japanisches Wort ist). Dennoch kann uns die Herangehensweise der Kampfkunst hier helfen, besser und effizienter zu werden.

### Wertschöpfung und Verschwendung

Alles was in einer Firma geschieht, kann in zwei Gruppen eingeteilt werden: Wertschöpfend und Verschwendung. Generell gehört alles, wofür der Kunde bezahlt, zur Wertschöpfung und alles, was dem Kunden egal ist, zur Verschwendung. Hört sich einfach an, oder? In der Praxis gestaltet sich die Unterscheidung etwas

schwieriger. Beispiel: Nehmen wir an, es geht darum, Räder an einem Auto festzuschrauben. Natürlich möchte der Kunde, dass sein Auto Räder hat. Für ein Auto ohne Räder würde er weniger bezahlen. Demnach ist die Montage der Räder eine Wertschöpfung. Oder etwa nicht? Man könnte auch sagen, dass dem Kunden das Einschrauben der Bolzen egal ist, solange sie fest sind. Folglich könnte man mit gleicher Gültigkeit sagen, dass nur die letzte Drehung, die die Bolzen festzieht, eine Wertschöpfung darstellt und alle Drehungen vorher Verschwendung sind. Somit würde man Verschwendung mindern, wenn man eine Schraube hätte, die weniger Umdrehungen braucht, um fest zu sitzen. Beide Ansichten sind valide. So ergibt sich für genaue Definition von Wertschöpfung und Verschwendung eine Grauzone.

Räder werden wahrscheinlich nicht am gleichen Ort hergestellt, wo sie montiert werden; sie werden meist zum Montageort transportiert. Den Kunden interessiert es nicht, ob man die Räder transportiert. Somit ist es Verschwendung. Dennoch ist es wahrscheinlich nicht möglich, den Transport komplett auszuschließen. Ein Rest an Verschwendung ist daher unvermeidbar. Folglich wird in

der Industrie häufig zwischen vermeidbarer Verschwendung (die vollständig beseitigt werden kann) und unvermeidbarer Verschwendung (die vermindert, aber nicht beseitigt werden kann) unterschieden. Wie bei Wertschöpfung und Verschwendung gibt es auch bei vermeidbarer und unvermeidbarer Verschwendung eine Grauzone dazwischen.

### Die sieben Arten der Verschwendung

Toyota hat traditionell folgende sieben Arten der Verschwendung definiert.

**1. Transport:** Jede Art des Transports ist Verschwendung. Je weniger man transportiert, desto besser. Transport kostet Zeit und Geld, und es können Bauteile beschädigt werden oder verloren gehen.

**2. Bewegung:** Arbeitsplätze sollten so eingerichtet sein, dass Menschen und Maschinen sich so wenig wie möglich bewegen müssen, um ein Produkt zusammenzubauen. Die Werkzeuge sollten zum Beispiel nicht 25 Zentimeter von der Maschine entfernt sein, wenn 12,5 Zentimeter ausreichend sind. Sowohl Mensch als auch Maschine werden schneller arbeiten bei gleicher oder weniger Ermüdung bzw. Verschleiß.

**3. Wartezeiten:** Hauptsächlich bezieht sich das auf Menschen, die warten müssen. Ebenso relevant sind Wartezeiten von Maschinen. Teile die warten, sind hier nicht einbezogen – diese sind in der Verschwendung der Bestände enthalten. Bei Menschen ist der Grund für die Reduzierung von Wartezeiten leicht verständlich. Wenn Mitarbeiter auf Teile, maschinelle Prozesse oder Kollegen warten müssen, dann ist das bezahlte Gehalt ohne Wertschöpfung verloren. Bei Toyota wird das warten lassen übrigens auch als respektlos gegenüber dem Menschen angesehen. Dies ist der Hauptgrund dafür, dass Wartezeiten für

Maschinen weniger wichtig sind. Wenn man die Wahl hat, sollte man eher die Maschine auf den Menschen warten lassen, als den Menschen auf die Maschine.

**4. Über-Bearbeitung:** Über-Bearbeitung ist das Einbringen zusätzlicher Funktionen, Teile, Prozesse oder anderer Dinge, die der Kunde nicht braucht und somit auch nicht bereit ist, zu bezahlen. Dies ist die sprichwörtliche goldene Schraube. Es hört sich offensichtlich an, keine Sachen einzubauen, die der Kunde nicht braucht. Doch Produkte werden von Designern und Technikern konstruiert, die bedauerlicherweise oft eine komplett andere Sichtweise haben als der Kunde. Entwickler kennen potenzielle Fehler und mögliche Funktionen, von denen der Kunde noch nie etwas gehört hat. Dies ist besonders in Branchen, in denen Designer und Techniker mit Ihrem Herz sehr an ihrem Produkt hängen, verbreitet (z.B. in der Automobilbranche oder im Werkzeugmaschinenbau). Ich habe viele Produkte gesehen, die über-entwickelt und über-technisiert wurden, mit Funktionen, die 99 Prozent der Kunden nicht interessieren, oder die sie noch nicht einmal kennen. Aber die Designer wollten, dass ihr Produkt, ihr "Baby" perfekt ist, was Verschwendung ist, wenn es keinen Mehrwert für den Kunden hat.

**5. Ausschuss und Nacharbeit:** Jedes Produkt, das die Qualitätsanforderungen nicht erfüllt und nachgebessert oder weggeworfen werden muss, ist eine offensichtliche und teure Art der Verschwendung. Ähnlich wie bei der Überproduktion, investiert man Leistung, Material und Zeit, aber man kann das Produkt nicht verkaufen, sondern muss es entsorgen. Selbst wenn es nachgebessert werden kann, ist dies ein Mehraufwand. Solche Nacharbeiten bringen generell den Produktionsplan durcheinander.

**6. Bestände:** Gelagertes Material, das nicht sofort benötigt wird, ist Verschwendung. Man hat dafür bezahlt, aber es liegt nur da, muss verwaltet und transportiert werden und nimmt Platz weg. Bestände können locker zwischen 30 und 70 Prozent des Bestandwertes pro Jahr kosten (was leider bei der klassischen Kostenrechnung nicht kalkuliert ist). Dennoch sehen viele den Lagerbestand immer noch als etwas Gutes an, besonders in der Werkstatt. Der Vorrat gibt Sicherheit. Man hat immer etwas, an dem man arbeiten kann, und man hat mit größerer Wahrscheinlichkeit etwas zu verkaufen, wenn ein Kunde kommt. Selbst wenn man Bestände für einen guten Nutzungsgrad und eine gute Liefererfüllung meist benötigt, so wird man durch zu viele Bestände träge und teuer.

**7. Überproduktion:** Mehr zu produzieren als man benötigt, ist Verschwendung. Bei der Überproduktion werden Leistungen, Material, Zeit und andere Ressourcen gebunden, die noch nicht benötigt werden. Im Endeffekt bezahlt man heute schon für Material und Fertigung, was man vielleicht erst in einer Woche bezahlen müsste. Überproduktion erzeugt noch mehr Lagerbestand und verschwendet somit noch mehr Geld. Überproduktion ist die schlimmste der sieben Verschwendungen. Sie verschlimmert viele andere Arten der Verschwendung. So werden zum Beispiel Lagerbestand, Transport und Bewegung erhöht und Mängel werden oft erst später bemerkt.

### Noch viel mehr Verschwendungen – Was für eine Verschwendung!

Die Idee, Verschwendung zu beseitigen, ist ein leicht verständliches Konzept. Es ist daher keine Überraschung, dass viele den klassischen sieben Arten der Verschwendung noch weitere Arten hinzugefügt haben. Ich persönlich bin ein großer Fan der oben genannten Sieben. Von den



Abb. 1: Die klassischen "Sieben Arten der Verschwendung". Quelle: Fotolia (c) Thomas Söllner, Grafik wurde bearbeitet.

weiteren Arten der Verschwendung halte ich nicht viel. Für mich sind diese zusätzlichen Verschwendungen oft zu schwer zu messen, bringen wenig Mehrwert, sind manchmal zu detailliert, überschneiden sich und können letztendlich als übertriebene Liste möglicher Verschwendungen selbst eine Verschwendung sein. Entscheiden Sie selbst, ob Sie die folgende Liste zusätzlicher Verschwendungsarten für sinnvoll halten:

**1. Ungenutzte (Boden)Fläche:** Bei einer Firma, die ich kenne, waren Design und Produktion separate Einheiten. Somit war die Produktion nicht für die Über-Bearbeitung verantwortlich. Damit sie trotzdem auf sieben Arten der Verschwendung kamen, wurde Bodenfläche hinzugefügt.

**2. Güter oder Dienstleistungen, die den Kundenbedarf oder die Kundenanforderungen nicht erfüllen:** Hinzugefügt von Womack – auch eine mögliche Verschwendung, teilweise redundant mit Überproduktion.

**3. Ungenutzte menschliche Kreativität bzw. Potenzial:** Sehr beliebt bei Six Sigma, wird am häufigsten als zusätzliche Verschwendungsart genannt. Natürlich ist die Verschwendung von menschlicher Kreativität nicht gut. Mein Problem bei dieser Art von Verschwendung ist: Wie kann man sie messen? Wie dem auch sei, auch wenn dies kein Teil der traditionellen sieben Arten der Verschwendung ist, Toyota ist sehr gut darin, die Kreativität seiner Mitarbeiter zu nutzen.

**4. Verwirrung:** Ganz klar, Verwirrung ist verschwenderisch, aber auch schwer zu

messen. Meiner Meinung nach wahrscheinlich das Ergebnis anderer Verschwendungen. Wie dem auch sei, je weniger Verwirrung, desto besser.

**5. Unsichere Arbeitsbedingungen:** Ein unsicheres Arbeitsumfeld ist natürlich eine große Quelle potenzieller Schwierigkeiten. Für mich könnte dies in die Überlastung (Muri) eingeordnet werden, kann aber auch alleine stehen.

**6. Verschwendete Möglichkeiten:** Das ist zwar wahr, aber wie kann man das messen? Und vor allem, wie weiß ich das vorher?

**7. Verschwendete Zeit in Besprechungen:** Auch wahr. Vermutlich jeder von uns hat schon Zeit in sinnlosen Meetings totgeschlagen. Ich würde diese Verschwendung der Wartezeit zurechnen.

**8. Die verschwendete Zeit, einem Trend hinterher zu laufen:** Prinzipiell richtig, aber viel zu detailliert, selbst wenn man es messen könnte. Aus meiner Sicht übrigens eine selbstironische Art der Verschwendung, da diese Art der Verschwendung selber als Trend eine Verschwendung sein könnte.

**9. Sub-Optimierung:** Die Verschwendung, nicht alles bis zum Optimum hin zu verbessern. Nun ja – wäre das Ergebnis nicht eine oder mehrere der sieben oben genannten Verschwendungen? Wenn man wartet, bis alles perfekt ist, kriegt man nur wenig fertig.

**10. Nicht aus Erfahrungen lernen:** Steht direkt neben der Verschwendung, nicht

rechnen oder zuhören zu können. Ist zwar richtig, aber als separate Verschwendung aus meiner Sicht völlig unnützlich!

Diese Liste kann man sicher durch noch mehr Recherchen erweitern, ohne aus meiner Sicht aber einen großen Nutzen zu erzeugen. Man kann sich leicht durch eine übertriebene Liste schlecht erstellter Arten von Verschwendung verzetteln. Selber bevorzuge ich die klassischen Sieben Arten der Verschwendung, aber wenn Ihnen die Liste oben hilft, dann nutzen Sie diese!

### 16 Verluste bei TPM

Darüber hinaus gibt es bei TPM einen sehr ähnlichen Ansatz mit 16 Verlusten. Die Bezeichnung Verluste ist hier etwas weniger harsch als Verschwendung und kann unter Umständen bei der Belegschaft besser ankommen. Als Toyota-Mensch bin ich natürlich ein Fan der 7 Arten der Verschwendung, aber die 16 Verluste bei TPM sind ebenfalls populär:

1. Maschinenausfall
2. Umrüsten
3. Werkzeugwechsel
4. Anlaufverluste (beinhaltet auch Auslaufverluste)
5. Kurzzeitige Unterbrechungen und kleine Pannen
6. Geschwindigkeitsverluste: Die Maschine läuft langsamer als möglich
7. Qualitätsverluste und Defekte

8. Geplante Stillstände
9. Managementfehler: Das könnte eine riesige Kategorie sein, bezieht sich aber auf fehlendes Material, fehlende Anweisungen, oder Überproduktion.
10. Unnütze Bewegungen
11. Verluste durch falsche Linienorganisation: Dies beinhaltet schlecht aufgebaute Produktionsstrecken.
12. Logistikverluste: Produktionsstopps aufgrund von Beladung und Endladung.
13. Messungs- und Anpassungsverluste: Produktionsstopps aufgrund von Messungen und Anpassungen der Maschinen und Anlagen.
14. Materialnutzungsverluste: Das in der Produktion benutzte Material wird nicht effizient genutzt. Beispiele dafür sind zu stabile und massive Produkte oder zu viel Ausschuss, was wiederum unter Ausschuss und Nacharbeit fallen würde.
15. Energieverluste: Energieverschwendung jeglicher Art. Macht Sinn, passt auch in den aktuell populären Ökotrend in der Industrie.
16. Verluste von Formen, Stanzen und Werkzeugen: Verluste aufgrund von Änderungen am Design, die eine Veränderung am Werkzeug erfordern.

### Unausgeglichenheit (Mura)

Mura wird übersetzt mit: Unausgeglichenheit; Unbeständigkeit; Schwankungen; Unregelmäßigkeit; fehlende Einheit; Flecken; Unebenheit. In der Produktion versteht man unter Mura

jegliche Art von Unausgeglichenheit oder Unregelmäßigkeit, meistens im Hinblick auf den Materialfluss. Doch auch in vielen anderen Fällen außerhalb des Materialflusses ist Mura ein Problem, z.B. bei der Arbeit von Maschinen und Menschen. Hier einige Beispiele, für Unausgeglichenheit, die Probleme verursachen könnte:

- Unausgeglichene Kundennachfrage
- Wechselnde Lagerbestände – mal zu viel, mal zu wenig
- Unausgeglichene Produktionsgeschwindigkeit oder wechselnde Produktionsmengen
- Unausgeglichene Qualität (noch guter Teile (falls die Teile ganz versagen und verschrottet oder nachgearbeitet werden müssen, ist es Verschwendung)
- Unregelmäßiger oder schwankender Arbeitsrhythmus
- Unausgeglichene Ausbildung der Mitarbeiter
- Unausgeglichene Verteilung des Arbeitspensums

Oft werden Nivellierungen oder Just-in-Time als Gegenmaßnahmen zu Mura gesehen. Meiner Meinung nach ist dies ein zu beschränkter Fokus auf den Materialfluss. Hinzu kommt, dass einfach nur eine Nivellierung einzuführen, die Sache unter Umständen noch viel schlimmer machen kann. Unausgeglichenheit taucht an den unterschiedlichsten Stellen auf. Es gibt dafür kein Allheilmittel (was es in der schlanken Produktion auch sonst selten gibt). Arbeitsstandards sind oft hilfreich, doch kommt es auf die Art der Unausgeglichenheit und die Einzelheiten des Systems an, um die beste Gegenmaßnahme zu ermitteln.

Geschichtlich gesehen war Unausgeglichenheit wahrscheinlich das letzte der drei Übel, das in der Produktion erkannt wurde. Natürlich gab es Neben-

wirkungen anderer Methoden, die Unausgeglichenheit verminderten, wie das Beispiel von Henry Ford und seiner Montagestraße zeigt. Eine frühe Gegenmaßnahme war vermutlich der Gebrauch von Produktionsrhythmen beim Flugzeugbau von German Junkers im Jahre 1930. Diese Methode schaffte es bis zu Mitsubishi in Japan, von da aus zu Toyota und dann durch die schlanke Produktion in die ganze Welt. Daher wird auch im Englischen der deutsche Name "Takt" verwendet, z. B. für den "Customer Takt".

### Überlastung (Muri)

Muri steht im Japanischen für Unvernunft und Ungerechtigkeit. Bei Lean wird als Muri Überlastung oder Überbeanspruchung bezeichnet, auch wenn das sprachlich nicht die korrekte Übersetzung ist. Allerdings finde ich die korrekte Übersetzung mit Unvernunft und Zwang auch nicht schlecht. Natürlich liegt der Hauptfokus bei der Reduzierung und Vermeidung von Überlastung auf dem Menschen. Doch auch Materialien, Maschinen und Organisationen können betroffen sein. Hier ein paar Beispiele:

#### Muri bei Menschen

- Zu lange Arbeitszeiten
- Schweres Heben
- Unpassende Haltung oder unzureichende Ergonomie
- Lärm
- Zu schwierige Aufgaben
- Zu leichte Aufgaben (können langweilig oder mental ermüdend sein)
- Übermäßiger Stress
- Wiederholte Belastungen, die zu Burn-out oder Verletzung führen
- Bore-out, da es auch Unzufriedenheit ist, Mitarbeiter zu unterfordern
- Fehlendes Training
- Demütigungen und Erniedrigung, möglicherweise auch übermäßiges Lob

### Muri in Organisationen

- Die Forderung, dass der Zulieferer immer alles was man will liefert, wann immer man es will, ohne ein gutes und stabiles Signal zu geben (Fragen Sie am besten einen Zulieferer in der Automobilindustrie hierzu ...)
- Seine Marktstärke auszunutzen, um Zulieferer oder Kunden auszunehmen bzw. durch Lobbyismus sich durch Gesetze bevorzugen lassen (ich denke, viele Firmen in der westlichen Welt können dieser Versuchung nicht widerstehen)

### Muri bei Maschinen und Materialien

- Maschinen und Werkzeuge bis an ihre Grenzen treiben, was zu einem erhöhten Verschleiß führt
- Wartungen auslassen (einen übersprungenen Ölwechsel wird einem das Auto nicht danken)
- Falsche Behandlung von Materialien; z.B. Teile unter unpassenden Verhältnissen lagern, sprich zu warm, zu kalt, zu feucht, oder zu trocken
- Ein Fahrzeug oder einen Behälter über sein Limit hinaus beladen

Ähnlich wie bei der Unausgeglichenheit gibt es keine allgemeingültige Maßnahme gegen Überlastung. Abhängig von der Art der Überlastung und des Systems mögen verschiedene Lösungen helfen. Manchmal kann die 5S-Arbeitsgestaltung (auch 5A genannt) die Antwort sein, manchmal eine Verbesserung der Ergonomie oder einfach der gute alte Respekt für seine Mitmenschen. Ähnlich wie bei der Unausgeglichenheit, bleibt Überlastung in der westlichen Welt oft unbeachtet, da der Fokus auf der Beseitigung von Verschwendung liegt.

Die Vermeidung von Überlastung gab es bereits vor Toyota. Die Geschichte zeigt, dass Arbeitgeber anfangs oft durch härtere und längere Arbeit versuchten, mehr aus



Abb. 2: Hohe Lagerbestände sind Verschwendung, denn sie beanspruchen Geld, Fläche, Zeit und bergen das Risiko von Verderb oder Überalterung.

ihren Arbeitern herauszuholen. Erst Ende des neunzehnten Jahrhunderts erkannten sie, dass kürzere Arbeitszeiten tatsächlich produktiver sind und senkten dann schrittweise die Arbeitszeit – von bis zu sechzehn Stunden am Tag, hin zu acht Stunden oder weniger. Erstaunlicherweise steigerte sich die Produktivität – nicht nur in der Stunde, sondern auch am Tag. Auch heutzutage ist es ein offenes Geheimnis, dass Teilzeitmitarbeiter oft am produktivsten sind.

### Zusammenfassung

Die Beschreibung, wie man diese "Drei Übel" eliminieren kann, würde diesen Beitrag und eine ganze Reihe von Beiträgen sprengen. In der Tat ist das gesamte Toyota Produktionssystem darauf ausgelegt,

diese zu vermindern. Ich bin der Meinung, dass es unmöglich ist, die Drei komplett zu beseitigen. Je mehr man schon beseitigt hat, desto schwieriger wird es, die verbleibenden Spuren von Muda, Mura und Muri zu bekämpfen. Dennoch: Sobald man aufhört, diese Übel zu bekämpfen, werden sie wieder wachsen. Auch wenn man sich nur auf ein Übel konzentriert und die anderen vernachlässigt, wird sich das System nicht merklich verbessern. In der westlichen Welt steht die Verschwendung (Muda) sehr prominent vorne an. Trotzdem sollten Mura (Unausgeglichenheit) und Muri (Überlastung) nicht vergessen werden. Ich wünsche Ihnen auf jeden Fall viel Erfolg bei der Bekämpfung der drei M Muda, Mura und Muri!



### Der Autor

Prof. Dr. Christoph Roser ist Experte für Schlanke Produktion und Produktionsoptimierung. Seine Erfahrungen mit dem Toyota Produktionssystem sammelte er durch eine mehrjährige Tätigkeit direkt bei Toyota in Japan. Anschließend lernte er bei McKinsey und Bosch die westliche Industrie in ihrer ganzen Breite kennen. Seit 2013 lehrt er als Professor für Produktionswirtschaft an der Hochschule Karlsruhe. Neben seiner Beratertätigkeit gibt er seine Erfahrungen auch über sein Blog weiter: [www.AllAboutLean.com](http://www.AllAboutLean.com).

Kontakt: [christoph.rosler@hs-karlsruhe.de](mailto:christoph.rosler@hs-karlsruhe.de)