

Hurra im Vertrieb – Land unter in der Produktion. Mobilisieren Sie ihre Kapazitätsreserven!

Reinald Wolff

Die gute Nachricht: volle Auftragsbücher und hohe Auslastung in der Produktion. Die schlechte Nachricht: unzuverlässige Liefertermine und viel Improvisationsaufwand der Mitarbeiter. Das gilt beispielsweise für viele Serienfertiger mit hoher Produktvielfalt und unterschiedlichen Auftragsmengen. Mit unzufriedenen Kunden heute riskieren Sie Umsatzeinbußen morgen. Auch wenn sich im Moment jeder mit der Situation arrangiert, weil es vielen ähnlich geht.

Besser den Dingen ins Auge sehen, als durchwursteln

Vielleicht hat Sie der starke Anstieg der Aufträge überrascht. Wichtigen Lieferanten geht es genauso. Sie selbst versuchen ihr Möglichstes. Die Produktion fährt Zusatzschichten, die Disposition improvisiert um fehlendes Material herum, der Vertriebsinnendienst tröstet Kunden. Auftragsprioritäten werden kurzfristig geändert, um besonders hartnäckigen Kunden entgegenzukommen. Die Produktivität ist hoch, der Durchsatz in der Produktion nähert sich einem Rekordniveau. Und selbst das reicht häufig nicht. Die Termintreue ist unakzeptabel.

Die berühmte Extrameile sind viele ihrer Mitarbeiter schon gegangen. Mehr Druck bringt nicht mehr Durchsatz und auch keine präziseren Termine. Nachdenken können Sie sich aus Zeitgründen nicht leisten. Sollten Sie aber.

Schritt 1: Besser ein realistischer Liefertermin als enttäuschte Versprechungen

Viele Kunden sind schon zufrieden, wenn Sie realistische Liefertermine erhalten, die am Ende auch eingehalten werden. Aber sind Sie überhaupt in der Lage, verlässliche Termine zu nennen? Oder ist die Durchlaufzeit in der Produktion, mit und ohne Zutun von Terminjägern, eher ein Zufallsprodukt?

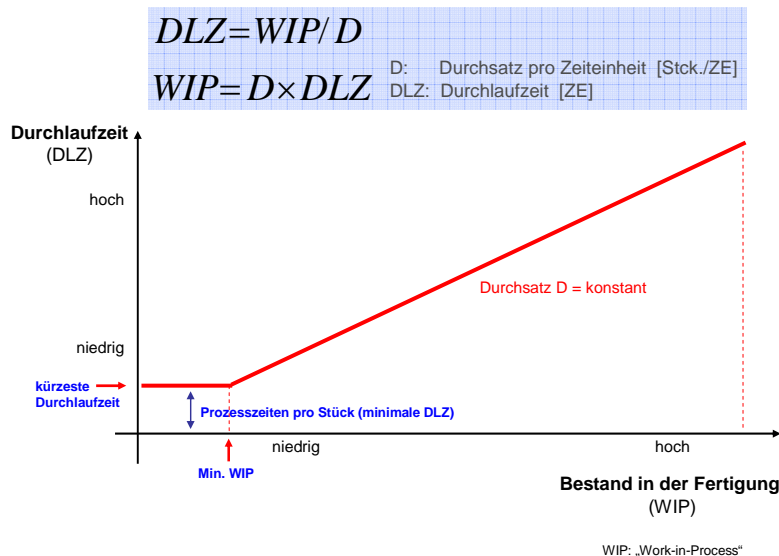
Hier verbirgt sich ein Dilemma. Zuverlässige Durchlaufzeiten in Produktion und Logistik gehen auf Kosten maximaler Kapazitätsausnutzung. Maximale Effizienz am Kapazitätslimit wird mit extrem hohen Warte- und Auftragsdurchlaufzeiten erkaufte. Kunden bestellen „am Kapazitätslimit“. Es werden so viele Aufträge wie möglich in die Produktion geschleust. Vor jedem Engpass-Arbeitsgang bilden sich Warteschlangen, die mehr als das 10-fache der Bearbeitungszeit betragen. Mit jedem zusätzlichen Auftrag in der Kette erhöhen sich Wartezeiten und Durchlaufzeiten weiter.

Um zu marktgerechten Liefer- und Durchlaufzeiten zu kommen und das gebundene Kapital im Rahmen zu halten, verbieten sich lange Wartezeiten in der Produktion. Man kann noch einen Schritt weiter gehen und den Auftragsbestand in der Produktion, z.B. gemessen in Fertigungsstunden, begrenzen und konstant halten. So erreicht man nicht nur kurze, sondern auch verlässliche Durchlaufzeiten.

Es gilt ein einfaches Gesetz. *Little`s Law*:

Durchlaufzeit (DLZ) = Produktionsbestand/Durchsatz pro Zeiteinheit
(siehe Abbildung 1).

Die Durchlaufzeit (DLZ) ist proportional zum Umlaufbestand (WIP)



Da alle natürlichen Prozesse Schwankungen aufweisen, ist der minimale Produktionsbestand in der Praxis deutlich größer als der theoretische Wert. Aber, je stabiler die Prozesse, desto kleiner lässt sich der Bestand in der Produktion halten.

Schritt 2: Schaffen Sie Zielklarheit im operativen Geschäft

Manchmal gibt es eher zu viele Ziele als zu wenige – mit der Gefahr von inneren Widersprüchen. Ein sinnvolles Ziel, auch aus Kostengründen, ist es, kurze verlässliche Durchlaufzeiten mit einer guten Kapazitätsausnutzung zu kombinieren. Das „treibende“ Ziel ist die Zeit, das „Optimierungsziel“ ist die Auslastung der Kapazitäten.

Das erfordert drei Bedingungen:

- Ermitteln des Durchsatzes, der unter normalen Bedingungen und auf Dauer erreicht werden kann. Wenn Ihnen das nicht so leicht fällt, hilft „Schritt 3“ (siehe unten).
- Ermitteln des minimalen Produktionsbestands, bei dem die Engpass Kapazitäten möglichst nie „leer laufen“. Ein Näherungswert kann rechnerisch ermittelt werden. Der Rest ist Ausprobieren. Das Minimum hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z.B. der Losgröße, dem Produktmix oder der Prozessstabilität und kann beispielsweise beim 3-fachen der Bearbeitungszeiten liegen. Bei einer gesamten Bearbeitungszeit von 1,5 Stunden benötigt das Produkt vom Start bis zur Fertigmeldung etwa 4,5 Stunden.
- Steuern der Produktionsprozesse mit dem primären Ziel, diesen minimalen Produktionsbestand konstant zu halten. Dazu eignen sich beispielsweise Verfahren wie ConWIP oder Polca (siehe auch: Hermann Lödging: Verfahren der Fertigungssteuerung, Springer Verlag 2005).

Nun haben Sie die Durchlaufzeiten im Griff. Sobald die Bearbeitung eines neuen Auftrags beginnt, wissen Sie recht genau, wann er beendet sein wird. Terminjäger sind jetzt Tabu. Wie am Fließband ist die Reihenfolge der Aufträge fix.

Ein Problem bleibt: Wenn kurzfristig mehr Bestellungen eingehen, als bearbeitet werden können, steigt die Lieferzeit. Diese Zeiten sind nun jedoch sehr früh transparent.

Schritt 3: Machen Sie Kapazitätsreserven dingfest

Bevor Sie viel Geld in die Hand nehmen und in neue Maschinen investieren, lohnt sich ein genauer Blick auf die bestehenden Kapazitäten. Vielleicht ist ja mit relativ einfachen Mitteln eine Steigerung des Durchsatzes von 5-10% erreichbar. Gehen Sie dazu zwei Fragen nach:

- Mit was belasten wir heute unsere Produktion?
- Wo stecken die Kapazitätskiller?

Mit was belasten Sie heute ihre Produktion?

Wird nur das produziert, wofür tatsächlich eine Kundenbestellung vorliegt oder was beispielsweise in den nächsten drei Wochen unmittelbar für einen Kundenauftrag gebraucht wird? Oder gibt es „optimale Losgrößen“, die teilweise auf Lager gefertigt werden und im ungünstigen Fall dort sehr lange liegen? In vielen Fällen blockieren „optimale Losgrößen“ dringende Kundenaufträge. Kundenaufträge bringen Umsatz. Zusätzliche Lagerbestände kosten nur Geld, was in der Rechnung der optimalen Losgröße nicht berücksichtigt wird. Auch wenn es dem gängigen Kostendenken widerspricht, verzichten Sie auf die Denkansätze der optimalen Losgröße und der maximalen Auslastung teurer Maschinen. Nach dem Wahlspruch: *Alle Kapazität dient den aktuellen Kundenaufträgen!*

Wo stecken die Kapazitätskiller?

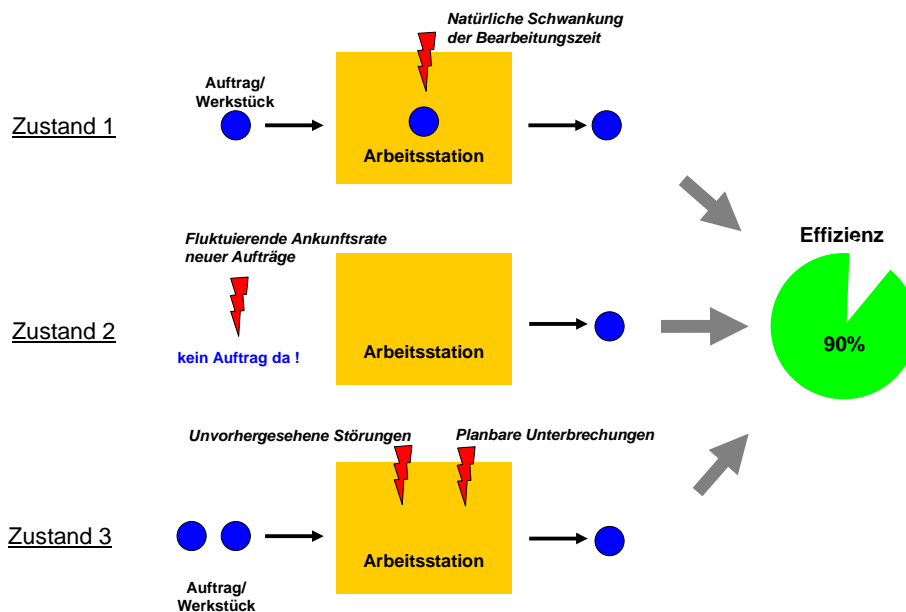
Die Beantwortung dieser Frage ist etwas komplizierter. Genau genommen wollen Sie zunächst wissen, wo die Engpässe liegen. Nur dort geht tatsächlich Kapazität verloren. Ein Indiz für einen Engpass ist, wenn dort regelmäßig mehr Aufträge warten als an anderen Arbeitsplätzen. Häufig ist es jedoch vertrackter und die Engpässe „wandern“. Manchmal genügt es, einfachere Arbeitsplätze, die gelegentlich zum Engpass werden, mit geringen Kosten zu erweitern, bis die wenigen teuren Engpassbereiche klar sichtbar sind. Nur um diese kümmern wir uns im Folgenden.

Kein Engpass Arbeitsplatz ist statisch. Kapazitätskiller sind die vielfältigen Dynamiken, die offen oder verborgen wirken. Sie lassen sich in vier Klassen einteilen:

- *Die Ankunftsrate neuer Aufträge*
Nur wenn tatsächlich ein Auftrag da ist, kann die vorhandene Kapazität zum Einsatz kommen.
- *natürliche Fluktuationen*
So schwankt beispielsweise die Bearbeitungszeit pro Stück in gewissen Grenzen.
- Schwankungen durch *Unvorhergesehene Ereignisse*
Dazu zählen Maschinenausfälle, fehlendes Material, und sonstige Störungen.
- Schwankungen durch *Planbare Unterbrechungen*
Das sind z.B. Rüstzeiten oder die wiederkehrende Wartung von Maschinen.

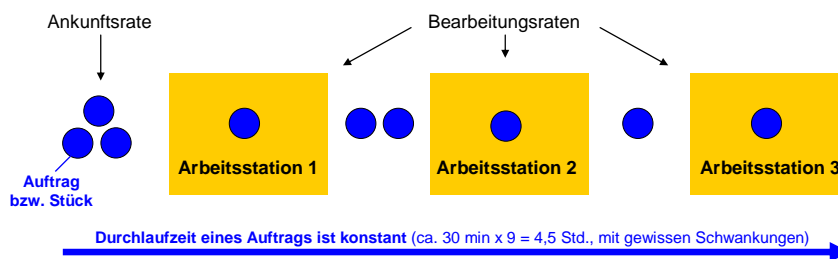
Abbildung 2 verdeutlicht diese Zusammenhänge. Im Normalfall ist „Zustand 1“ der häufigste. Es wird produziert. Ein oder mehrere Aufträge befinden sich in der Warteschlange.

Arbeitsplatz – hohe Dynamik kostet Effizienz



An einem Modell soll nun gezeigt werden, wie sich die oben beschriebenen Störungen auf die Effizienz auswirken. Wie Abbildung 3 zeigt, besteht das Modell aus den drei hintereinander gelagerten, abhängigen Arbeitsstationen 1, 2 und 3. Jedes Produkt durchläuft alle drei Stationen.

Modell: Produktionslinie mit drei Arbeitsstationen



- **Bestand in der Kette:** durchschnittlich das dreifache der Menge, die jeweils in Bearbeitung ist.
 - **Ankunftsrate:** ist so ausgelegt, dass sich ein konstanter Bestand in der Kette ergibt; $\text{Ankunftsrate} < \text{Bearbeitungsrate}$
 - **Bearbeitungsrate:** an der Engpassstation: 48 Stück pro 24 Stunden
 - **Variationskoeffizienten:** Maß für die Schwankungen von
 - Ankunftsraten an den Arbeitsstationen 1, 2 und 3
 - Bearbeitungszeiten (**B**)
 - planbaren Ausfallzeiten (**P**), z.B. Rüstzeiten oder Wartung
 - Störungen (**S**), z.B. fehlendes Material, Maschinenausfall, etc.
- Variationskoeffizient = Standardabweichung/Mittelwert*

Diese Produktionslinie verfügt über einen maximalen Kapazitätsdurchsatz von 48 Stück pro 24 Stunden. Die tatsächliche nutzbare Kapazität hängt davon ab, wie gut die auftretenden Fluktuationen („Variationskoeffizienten“) in den Griff bekommen werden. Die Randbedingung ist, dass die Durchlaufzeit in jedem Fall konstant bleibt. Sie ist im folgenden Beispiel auf das 3-fache der Bearbeitungszeit begrenzt.

Mit Hilfe eines (eigenen) Simulationsmodells wird die Auswirkung unterschiedlicher Schwankungsbreiten auf die Effizienz der Produktionslinie bestimmt. In der Rechnung werden die zwei Variationskoeffizienten für die „Ankunftsrate“ und für den „Prozess“ unterschieden. Der Variationskoeffizient „Prozess“ setzt sich aus den drei Komponenten Bearbeitung (B), Planbare Unterbrechungen (P) und Störungen (S) zusammen. In Tabelle 1 sind verschiedene Konstellationen dargestellt.

Beispiel für Variationskoeffizienten

Hinter der gelb hinterlegten Zeile verbirgt sich folgendes Beispiel: Die Bearbeitungszeit (B) pro Auftrag bzw. Stück beträgt im Mittel 30 Minuten. Wenn wir eine Normalverteilung der

Variationskoeffizient "Prozess"			
Gesamt	V-Details		
	B	P	S
0,1	0,1	0,1	0,1
0,2	0,1	0,1	0,2
0,3	0,2	0,2	0,3
0,3	0,1	0,2	0,26
0,4	0,2	0,2	0,4
0,5	0,2	0,2	0,5

Bearbeitungszeiten unterstellen, beträgt die Standardabweichung 6 Minuten. Der *Variationskoeffizient* = *Standardabweichung/Mittelwert*, also $6/30 = 0,2$. Damit liegen 95% aller Bearbeitungszeiten zwischen 18 und 42 Minuten.

Ein Rüstvorgang (P) sei nach jeweils 12 Stück, also etwa alle 6 Stunden erforderlich, und dauert kurze 5 Minuten. Dies erhöht die effektive mittlere Bearbeitungszeit auf 30,42 Minuten. Für die Rüstzeiten gilt ebenfalls ein Variationskoeffizient von 0,2.

Ein Ausfall durch Störung (S) tritt alle 4 Stunden auf und dauert in der Regel 20 Minuten. Hier ergibt sich ein Variationskoeffizient von 0,3. (Wenn sich die Anzahl der Unterbrechungen halbiert und nur alle 8 Stunden auftritt, sinkt der Variationskoeffizient auf 0,26.) Die resultierende gesamte Schwankung weist einen Variationskoeffizienten von 0,3 auf. An den Tabellenwerten erkennt man, dass sich die resultierende Schwankung primär nach dem höchsten Einzelwert richtet. Das entspricht auch der Intuition. Das größte Problem dominiert andere Schwachstellen.

In der folgenden Tabelle 2 sind einige Beispiele durchgerechnet. Im ungünstigen Fall A1 werden in 24 Stunden 41 Stück hergestellt. Die Kapazität ist in allen Arbeitsstationen auf maximal 48 Stück pro 24 Stunden ausgelegt. Es ergibt sich eine Effizienz von 85%. Im besten Fall B5 erreicht die Effizienz einen idealen Wert von 99%. Was muss also passieren, um die Effizienz so deutlich zu steigern?

Beispiele	Ankunftsrate AP 1		Bearbeitungsrate AP 1, 2, 3		A-Rate AP 2	Wartezeit	Effizienz
	Stck./24 Std.	V-Koeffizient	Stck./24 Std.	V-Koeff. "Prozess"	V-Koeffizient	Faktor	AP 1,2,3 in %
A1	41	1	48, 48, 48	0,4	0,6	2	85, 85, 85
A2	42,4	1	52, 48, 48	0,4	0,7	2	82, 88, 88
A3	43	1	48, 48, 48	0,2	0,5	2	90, 90, 90
A4	44	1	50, 48, 48	0,2	0,5	2	88, 92, 92
A5	45,6	1	52, 50, 48	0,2	0,5	2	87, 90, 94
B1	44	0,5	48, 48, 48	0,4	0,4	2	92, 92, 92
B3	46,2	0,5	48, 48, 48	0,2	0,2	2	96, 96, 96
B5	47,4	0,5	52, 50, 48	0,2	0,3	2	91, 95, 99
C1	44,9	0,2	48, 48, 48	0,4	0,4	2	94, 94, 94
C3	47,1	0,2	48, 48, 48	0,2	0,2	2	98, 98, 98
C6	47,4	0,2	49; 48,5; 48	0,2	0,2	2	97, 98, 99

Begriffsklärung:

Beispiele: Drei Gruppen A, B, C. Sie unterscheiden sich nur in der *Ankunftsrate*.

Ankunftsrate AP 1: Eintreffen der Aufträge an der ersten Arbeitsstation

Bearbeitungsrate AP 1, 2, 3 und Stck./24 Std.: Kapazität an den drei Arbeitsstationen

A-Rate AP 2: Ankunftsrate der Aufträge an der zweiten Arbeitsstation (ist abhängig von der Ankunftsrate an der ersten Arbeitsstation sowie von den Prozess-Schwankungen („V-Koeff. Prozess“))

Wartezeit: Die Wartezeit ist ein Vielfaches der Bearbeitungszeit, mit dem Faktor 2.

Effizienz: Tatsächlicher Durchsatz (*Ankunftsrate*) im Verhältnis zum maximalen Durchsatz (*Bearbeitungsrate*), differenziert nach den Arbeitsstationen AP 1, 2, 3).

Empfehlung 1: Schwankungen im Produktionsprozess reduzieren (A1 → A3)

Wo liegt die Hauptursache für die hohen Schwankungen (Variations-Koeffizient von 0,4)? In der Bearbeitung selbst, bei Rüst- oder Wartungsaktivitäten oder bei häufigen ungeplanten Störungen, wie fehlendem Material oder Unterbrechung eines Auftrags, weil ein noch wichtigerer ansteht? Es sinnvoll, sich auf diese Hauptursache zu konzentrieren. In vielen Fällen bringen beispielsweise die Reduzierung von Rüstzeiten oder eine zuverlässigere Materialversorgung der Produktion große Effekte. Hier im Beispiel schafft die Halbierung der Schwankungen ein absolutes Effizienz-Plus von 5%.

Empfehlung 2: Bestimmte Kapazitäten gezielt ausweiten (A3 → A5)

Statt viel Geld in nutzlose Bestände zu investieren, lohnt es sich häufig, die Kapazitäten punktuell auszuweiten, um nur die wirklich teuren Anlagen am Kapazitätslimit zu fahren. Im Beispiel A5 ist unterstellt, dass Arbeitsstation 1 um etwa 8% erweitert wird und Arbeitsstation 2 um etwa 4%. Daraus entsteht ein rechnerischer Kapazitätssprung von absolut 4%. Wenn man unterstellt, dass Arbeitsstation 3 deutlich teurer ist als die anderen beiden, erscheint die Investition gerechtfertigt.

Empfehlung 3: Ankunftsrate neuer Aufträge stabilisieren (A5 → B5)

An der Schnittstelle zur Außenwelt, also beim Eintreffen von Kundenaufträgen, ist das in der Regel nicht so einfach möglich. Aber auch hier können durch Anreizsysteme oder Prozessabläufe im Außendienst positive oder eher negative Effekte entstehen. Ansonsten gilt: Jede vorlaufende Bearbeitungsstufe, nicht nur in der Produktion, erzeugt mehr oder weniger große Schwankungen in der Ankunftsrate. Je kleiner diese sind, desto besser lässt sich – bei begrenzten Beständen in der Kette – die vorhandene Kapazität nutzen. Eine Schwankung mit einem Koeffizienten von 0,5 bedeutet, dass bei einer durchschnittlichen Ankunftsrate von beispielsweise 42 Stück pro 24 Stunden, die Standardabweichung 21 Stück beträgt. In 95% aller 24 Stunden Intervalle liegt die Ankunftsrate zwischen 0 und 84 Stück (Normalverteilung). Bei einer Halbierung der Schwankung von 1 auf 0,5 steigt hier im Beispiel A5 → B5 die Effizienz nochmals deutlich von 94% auf 99%.

Konsequenz

Der erste Schritt um verborgene Kapazitätsreserven zu heben ist, die oben beschriebenen Schwankungen zu ermitteln. Dort wo diese besonders groß ausfallen, liegt der Schlüssel für eine deutliche Steigerung der Effizienz. Beispiel C6 in *Tabelle 2* beschreibt einen nahezu idealen Zielzustand. Mit niedrigen Schwankungsbreiten und minimal erhöhten Kapazitäten in den beiden vorlaufenden Arbeitsstationen lässt sich die Engpasskapazität am Arbeitsplatz 3 zu 99% nutzen.

Mit diesem Ansatz können Sie auf herkömmliche Strategien, wie die Ausweitung der Warteschlangen und hohe Bestände in der Produktion getrost verzichten. Zunächst jedoch sollten Sie etwas Zeit investieren, um den Dingen auf den Grund zu gehen ...