



Produktivität messen

Maßnahmen umsetzen

Gewinn erhöhen



Produktivitätsmessung in der Produktion

Inhaltsverzeichnis	
Fokus dieses Artikels.....	2
Ziel und Wertschöpfung in einer Produktion	3
Qualitätsverluste	3
Durchsatzverluste	4
Verfügbarkeitsverluste.....	5
Kennzahl OEE für alle Verluste in der Produktion	5
Verluste aus der Jahresplanung; TEEP	6
Messbarkeit der Potenziale	7
Qualitätsmessung	7
Durchsatzmessung	7
Verfügbarkeit.....	8
Realisierung der Potenziale.....	8
Über den Autor	9

Fokus dieses Artikels

In meinen Projekten werde ich immer wieder gefragt, wie das ungenutzte Potenzial in einer Produktion (oder auch in anderen Unternehmensbereichen) identifiziert und gemessen werden kann.

Beim Durchgang durch die Produktion am Wochenstart stehen noch alle Anlagen. Nach einigen Minuten oder sogar Stunden fährt die erste Anlage an. Irgendwann laufen alle Anlagen. Kurze Zeit später stehen aber wieder eine oder mehrere Anlagen. Kommt Ihnen das bekannt vor?

Dieser Produktivitätsverlust durch Anlagenstillstand ist noch einfach erkennbar, doch es gibt noch mehr Verlustbringer, die nicht auf den ersten Blick sichtbar sind.

Zur umfänglichen Identifikation von Potenzialen gibt es klassische Methoden, die von einer Betrachtung der Verluste ausgehen und dann die entsprechenden Potenziale ermitteln und aktiv heben.

In meinen vielen Projekten zur Produktivitätssteigerung habe ich jedoch sehr selten erlebt, dass zwei Unternehmen eine identische Definition der vorhandenen Verlustquellen und der Kennzahl verwenden. Wo es bereits eine Erfassung der Verluste gibt, sind die Definitionen manchmal auch nur mehr oder weniger als Basis für eine Produktivitätssteigerung geeignet.

Darüber hinaus gibt es noch viele Unternehmen, in denen eine Identifikation der Verluste über diese überaus wichtige und aussagekräftige Produktivitätskennzahl völlig unbekannt ist.

In diesem Artikel entwickle ich die Verlustanalyse und stelle eine wichtige Kennzahl vor, die diese Verluste messbar macht.

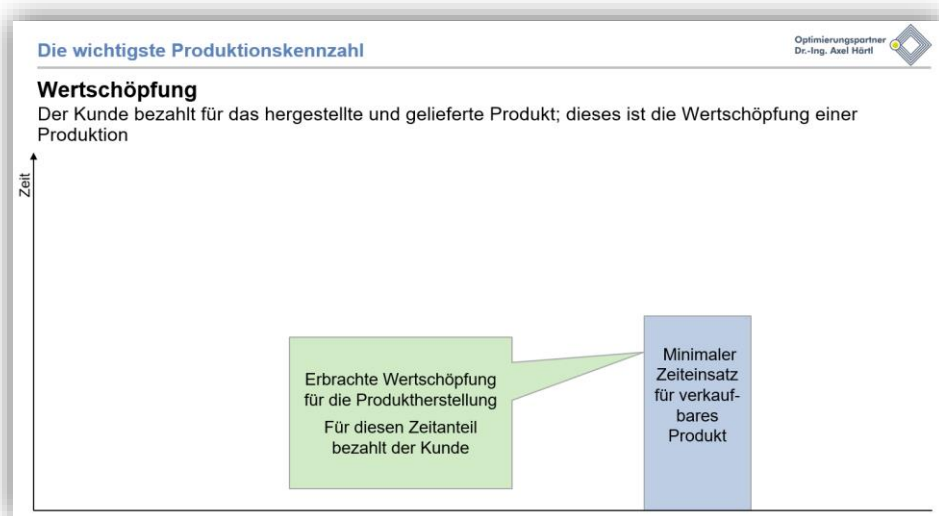
Noch eine allgemeine Anmerkung: in Anlehnung an die übliche Definition spreche ich hier von Verlusten in verschiedenen Kategorien. Eigentlich handelt es sich um Mehraufwände, die die Kunden nicht bezahlen. Im Ergebnis führen diese Mehraufwände zu unnötigen Kosten und damit zu einer Reduzierung der Margen. Also in diesem Sinne sind Mehraufwände auch vermeidbare Verluste.



Ziel und Wertschöpfung in einer Produktion

Ziel jeder Produktion ist die Erbringung einer Wertschöpfung, für die der Kunde bereit ist, zu bezahlen.

Für Herstellung eines verkaufbaren Produktes wird auch im besten Fall eine gewisse (Mindest-)Zeit aufgebracht. Für die Betrachtung der Verluste in einer Fertigung wird diese ideale Produktion als Basis angesetzt. Eine ideale Produktion benötigt nur die Zeit, die unter optimalen Bedingungen, d.h. ohne Verschwendung, nötig ist.



In der Realität JEDER Fertigung wird aber ein höherer Zeiteinsatz benötigt, für den der Kunde nicht bezahlt. Diese Kosten verbleiben beim Unternehmen selbst und reduzieren den Gewinn.

Die verschiedenen Elemente der Verluste werden in den folgenden Abschnitten hergeleitet und sind Ansätze für eine teilweise massive Verbesserung.

Qualitätsverluste

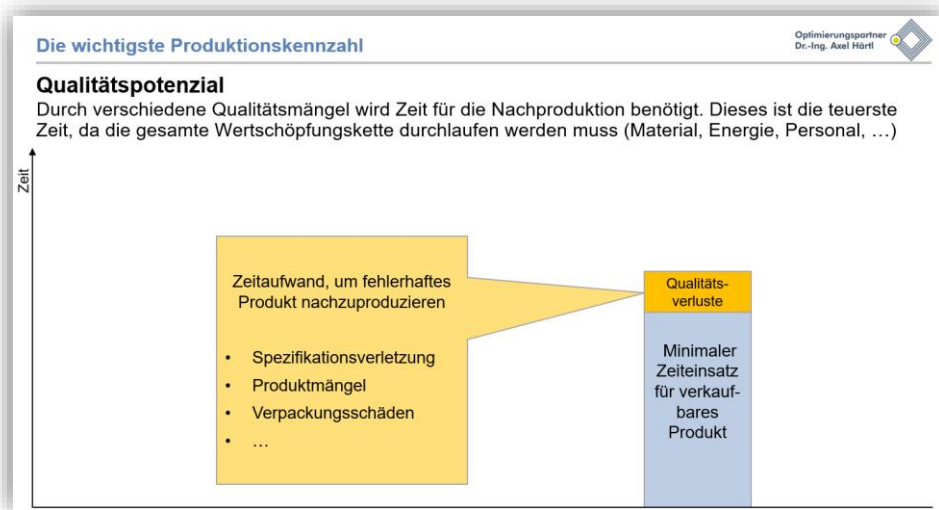
Nicht selten stellt die Endkontrolle eine Verletzung der Spezifikation fest (im schlimmsten Fall wird ein Fehler erst beim Kunden entdeckt und führt zu Reklamationen). Ein Teil der produzierten Produkte ist somit nicht verkäuflich und muss nachgefertigt werden.

Dafür wird aber nicht nur Zeit, sondern auch zusätzliches Material, Energie, Personal und alle Aufwände des gesamten Prozessablaufs benötigt. Aus diesem Grund ist die Folge einer schlechten Qualität auch die teuerste Verlustquelle. Ein Reputationsverlust kommt noch dazu.

Aus der folgenden Darstellung wird ersichtlich, dass auf Grund von Qualitätsmängeln für die Fertigung mehr Zeit aufgewendet werden muss als eigentlich notwendig. Damit ist bereits eine erste wesentliche Verlustquelle in einer Produktion identifiziert.



Produktivitätsmessung in der Produktion



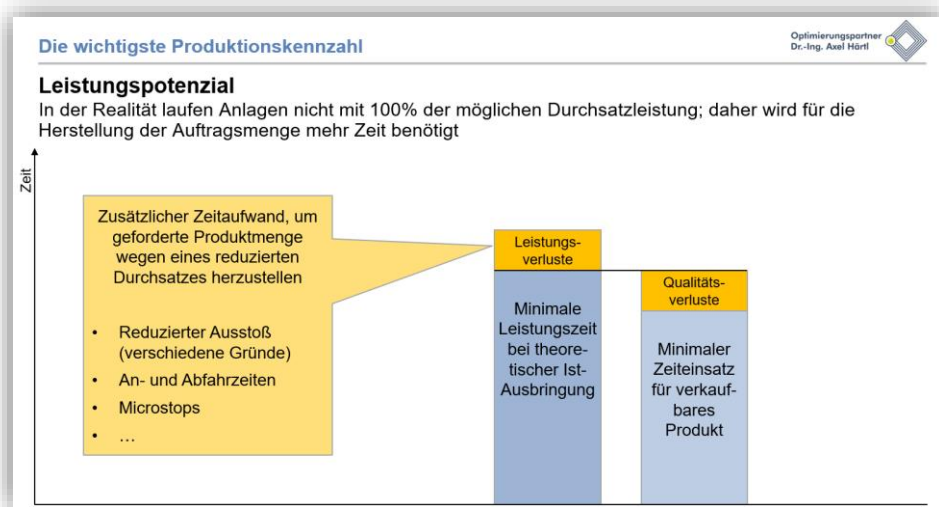
Durchsatzverluste

Für die Fertigung muss mindestens eine bestimmte Produktionszeit mit der theoretisch maximalen Ist-Ausbringung aufgewendet werden.

Nun weiß jeder Fertigungsmitarbeiter, dass die Anlagen praktisch nie mit maximalem Durchsatz laufen. Aus vielen Gründen werden die nach Auslegung theoretisch erreichbaren Ausstoßleistungen nicht erreicht.

Häufig liegen Störungen, Verstopfungen, Leistungsgrenzen etc. vor, sodass die Anlagenfahrer den Durchsatz reduzieren (müssen). So erkaufte sich die Fertigung z.B. eine höhere Stabilität.

Um die Leistungsverluste auszugleichen, ist also eine längere Laufzeit der Anlagen notwendig – Zeit, die der Kunde nicht bezahlt.

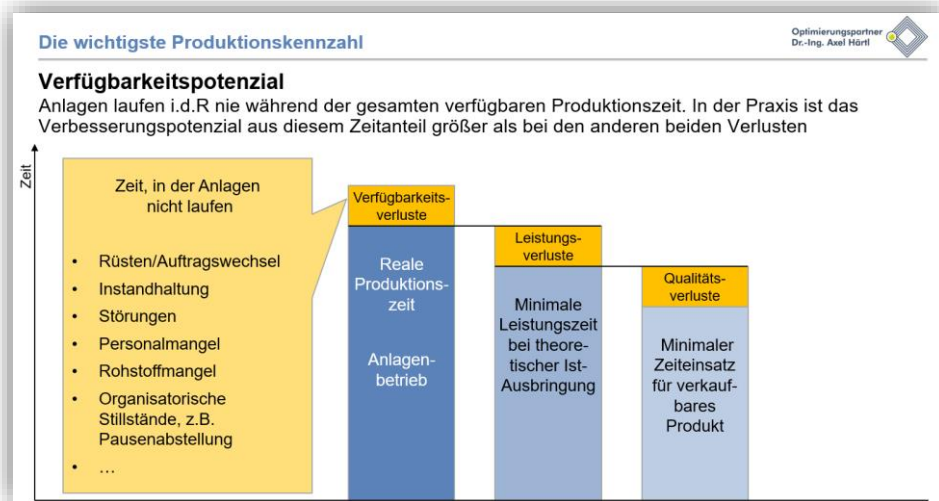




Verfügbarkeitsverluste

Bei jedem Produktionsdurchgang wird sofort sichtbar, dass nicht immer alle Anlagen "drehen". Innerhalb der geplanten Betriebszeit stehen also einige Anlagen - sie sind für die wertschöpfende Fertigung nicht verfügbar.

Auch hier sind die Gründe vielfältig – die Stillstände durch Umrüstungen sind häufig die wesentlichen Verlustquellen.



Diese Verfügbarkeitsverluste sind i.d.R. gut erkennbar, die Ursachen hingegen nicht immer klar.

Kennzahl OEE für alle Verluste in der Produktion

Es gibt also drei Kategorien der Verlustbringer, die in der Praxis ein massives Potenzial für Verbesserungen darstellen. (Ich bin aber auch schon in Produktionen unterwegs gewesen, die 17 Verlustbringer ohne Kategorisierung definiert hatten.)

Wie in der folgenden Grafik dargestellt, teilt sich die gesamte für die Produktion verfügbare Zeit (Planbelegungszeit) in die Wertschöpfung und in Verluste, deren Kosten beim Unternehmen verbleiben. Diese für jede Produktion wichtigste Kennzahl wird aus dem Verhältnis von Wertschöpfungszeit zu verfügbarer Produktionszeit gebildet und in Prozent angegeben.

In den meisten Literaturstellen wird von **Overall Equipment Effectiveness** gesprochen (im Sinne: "die richtigen Dinge machen").

In meinen Projekten geht es oft um die Frage: "die Dinge richtig machen". Daher bevorzuge ich den Begriff **Overall Equipment Efficiency**. Aber das ist Geschmackssache.

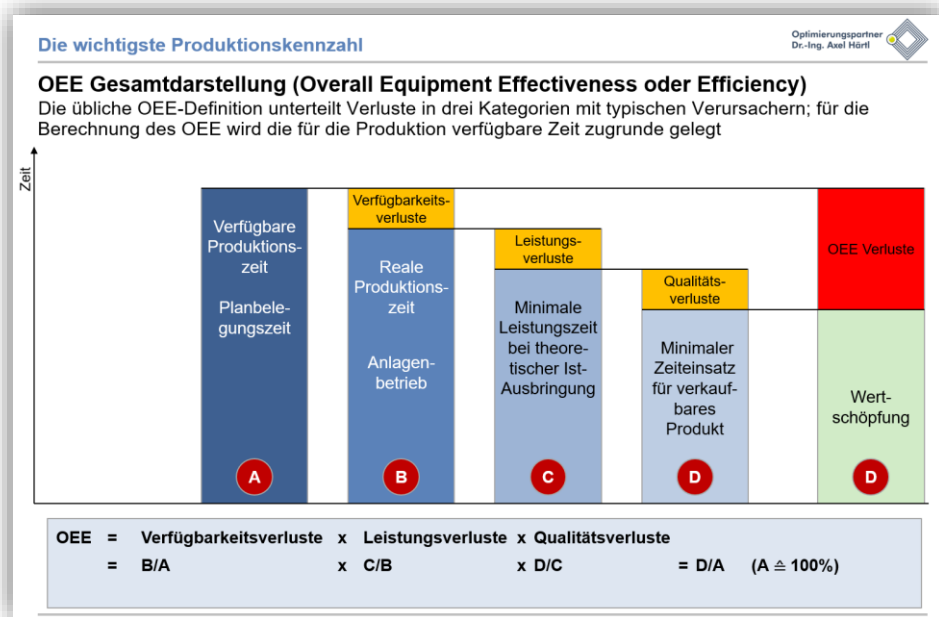
Eine andere Sichtweise: vor mehreren Jahrzehnten hat ein Boxenstopp beim Autorennen 67 Sekunden gedauert; durchgeführt von 3 Personen. Heute dauert ein Boxenstopp 1,96 Sekunden – dafür werden 20 Personen eingesetzt. Die Effektivität ist eindeutig gestiegen (67 auf knapp 2 Sekunden), die Effizienz bei fast siebenmal so vielen Mitarbeitern? Na ja, wie man es nimmt. Im Motorsport kommt es nicht auf die Kosten an. In einer realen Produktion sehr wohl. Hier muss man also genau hinschauen.

Hier ein sehr eindrucksvolles Video: https://www.youtube.com/watch?v=RRy_73ivcms



Produktivitätsmessung in der Produktion

Im deutschsprachigen Raum wird diese Kennzahl auch als GAE, **Gesamtanlageneffektivität**, bezeichnet.



Diese Kennzahl wurde erstmals im Jahre 1971 vom JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) beschrieben.

Der akzeptable Wert des OEE-Faktors ist extrem von der betrachteten Branche abhängig. So ist eine OEE von 80 % in vielen Betrieben ein guter Wert – bei einem Kraftwerk dürfte dieses Level für massive Beschwerden sorgen. Hier liegt die OEE eher im Bereich von 99,x %.

Meine Erfahrung aus vielen Projekten zeigt, dass die Höhe des vorliegenden OEE-Levels massiv überschätzt wird. Während die Angaben der Betriebe beispielsweise bei 70 % liegen, zeigt eine genauere Erfassung häufig nur 50 % - ein riesiges Potenzial.

In diesem Zahlenbeispiel würde eine Verbesserung des OEE von 50 % auf 60 % eine Produktivitätssteigerung von 20 % bedeuten.

Anders ausgedrückt: wenn in Ihrer Produktion fünf Anlagen mit 50 % OEE laufen, dann bedeutet die Steigerung auf 60 % die Verfügbarkeit einer zusätzlichen sechsten Anlage – ohne Investition. Kostengünstiger kann eine Produktion nicht wachsen. Alternativ lassen sich Anlagen bei geringeren Verlusten evtl. seltener betreiben (weniger Samstags- oder Sonntagschichten) oder einzelne Linien sogar ganz stilllegen.

Die Kennzahl OEE ist nicht auf einen Einsatz in einer Produktion beschränkt. Die Effizienz kann in dieser Form in allen Bereichen eines Unternehmens, sogar die Verwaltung, gemessen werden. Hier ist lediglich im Einzelfall festzulegen, wie die Verluste definiert und gemessen werden.

Verluste aus der Jahresplanung; TEEP

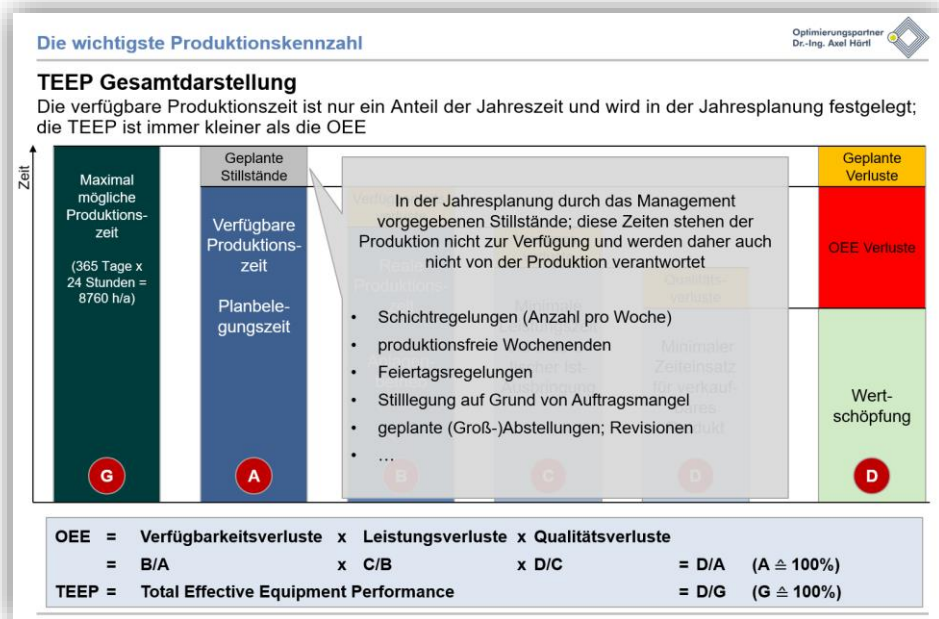
In der Jahresbetrachtung stellt die für die Produktion vom Unternehmen zur Verfügung gestellte Zeit (Planbelegungszeit) nur einen Teil der Jahreszeit (365 Tage * 24 h/Tag = 8760 h/Jahr) dar.

In der folgenden Darstellung ist ersichtlich, dass es verschiedene Gründe für geplante Stillstände gibt. So wird in einigen Betrieben nur an fünf Tagen in der Woche gearbeitet oder der Betrieb an Feiertagen auch geschlossen.



Produktivitätsmessung in der Produktion

Diese Zeit wird vom Management als geplanter Stillstand in die Jahresplanung eingebracht.



Diese Stillstandszeiten führen also insgesamt gesehen auch zu Verlusten und stehen theoretisch noch für eine höhere Anlagenausnutzung zur Verfügung.

Die Kennzahl TEEP, also das Verhältnis von Wertschöpfung zur Jahreszeit, ist immer geringer als der OEE-Faktor.

Messbarkeit der Potenziale

Die bisher hergeleiteten Blöcke, die der Kunde nicht bezahlt, sind zunächst einmal Verluste und werden in Summe durch die Kennzahl OEE quantifiziert.

Qualitätsmessung

Je nach Art der Fertigung kann die Qualität inline, d.h. laufend ohne Zeitverzug, oder offline gemessen werden. Beispiele für eine Inline-Messung sind eine automatische Viskositätsmessung oder eine maschinelle Zählung von guten Einzelteilen im Vergleich zu ausgesonderten Teilen.

Teilweise dauert eine offline Messung aber auch sehr lange, insbesondere, wenn die Anwendungsqualität erst beim Kunden sichtbar wird. Dann ist die Berechnung der OEE nicht zeitnah möglich und kann möglicherweise durch einen historisch belegten Wert für den Qualitätsverlust angenähert werden.

Ein Beispiel ist die Herstellung von Wandfarben – einige Qualitätsparameter werden in der Fertigung getestet, die letztendliche Anwendungseignung wird aber erst beim Endkunden nach Herstellung, Einlagerung, Transport, Verkauf und Verarbeitung unter möglicherweise schwierigen und wechselnden Bedingungen sichtbar.

Durchsatzmessung

Während der aktuelle Durchsatz selbst durch Zählungen (Einzelteile, abgefüllte Flaschen o.ä.) oder Durchflussmessung etc. in der Prozessindustrie i.d.R. einfach gemessen werden kann, stellt die Bestimmung des theoretisch maximalen Ausstoßes eine große Herausforderung dar.



Produktivitätsmessung in der Produktion

Auch wenn Anlagen mittels Auslegungstools designed werden, ist in der betrieblichen Praxis unbekannt, welche Detaileffekte vorliegen. In großen Chemieanlagen z.B. gibt es Vorgänge in Rohrleitungen oder Reaktoren, die hochkomplex (z.B. Strömungsablösungen oder Rückströmungen mit Verweilzeitschwankungen) und nicht vorher berechenbar sind.

In diesen Fällen hat es sich bewährt, als erste Näherung den maximalen Durchsatz anzusetzen, der in der Vergangenheit bereits erreicht werden konnte. Der wirklich maximal erreichbare Durchsatz ist dabei immer noch unbekannt und liegt sicherlich höher.

Verfügbarkeit

Der Verfügbarkeitsverlust ist der am einfachsten zu messende Parameter. Er wird durch die Zeit bestimmt, wann eine Anlage angefahren wird und wann sie wieder stoppt. Da die Planbelegungszeit auch bekannt ist, lassen sich die Verfügbarkeitsverluste so einfach berechnen.

Alle drei OEE-Komponenten können im einfachsten Fall manuell erfasst werden (Schichtbücher o.ä.). Die Praxis zeigt aber, dass diese Art der Erfassung massive Defizite in der Auswertung zeigt. De facto passiert mit den Daten nichts.

Für die automatische Bestimmung und laufende Anzeige des OEE-Faktors, z.B. in einem Dashboard, existieren fertige Lösungen am Markt. Im einfachsten Fall kommen preiswerte, mietbare Testsysteme zum Einsatz, die innerhalb von zwei Tagen installiert sind und sofort Daten liefern. Aus den Ergebnissen mit diesen Testkonfigurationen können dann Investitionsentscheidungen abgeleitet werden.

Realisierung der Potenziale

In diesem Artikel wurden bisher die Verlustquellen dargestellt, die, im OEE-Faktor zusammengefasst, Auskunft über die Wertschöpfung im betrachteten Produktionsbereich liefern.

Betrachtet man aber das halbvolle Glas, so sind diese Verluste Quellen für Verbesserungen und stellen teilweise massive Potenziale dar. Die OEE ist dabei keine Verbesserungsmethode, sondern allein eine Kennzahl, die Auskunft über die Wertschöpfung gibt.

Für alle drei Komponenten des OEE-Faktors gibt es Optimierungsmethoden, die in einem separaten Artikel vorgestellt werden.

Hier nur eine kurze Übersicht:

Qualität: Ursachenanalyse, Verfahrensentwicklung, Schulung der Mitarbeiter, Anlagenverbesserungen, Anpassung von Prüfverfahren oder -prozessen, etc.

Durchsatz: Verfahrensentwicklung, Anlagenmodifikationen, Rohstoffanpassungen, Verbesserung Anfahrprozesse, Schulung der Mitarbeiter, etc.

Stillstand: Stillstandsverminderung durch Rüstzeitoptimierung, Anpassung der Instandhaltungsstrategie, Verbesserung von Produktionsplanung und -steuerung, ausreichende Personalausstattung, Ablaufprozesse, etc.

Alle drei Komponenten werden in einem TPM Projekt (Total Productive Management oder Maintenance) umfassend betrachtet und verbessert. Weitere Stichworte sind Lean Management und KVP.



Über den Autor

Herr Dr. Härtl hat allgemeinen Maschinenbau in Bochum und Texas, USA, studiert. Abschluss Promotion im Jahr 1989.

Nach 13 Jahren Angestelltentätigkeit in verschiedenen Verantwortungsbereichen der Fertigungsindustrie ist er seit 2002 für seine Kunden als selbstständiger Unternehmensentwickler tätig.

Dabei hat er viele Optimierungsprojekte mit teilweise sehr kurzen ROI-Zeiten bearbeitet.



Kontakt: **Optimierungspartner Dr.-Ing. Axel Härtl**

Steinfeld 110
23858 Feldhorst

Mobil: +49 171/38 38 019

E-Mail: info@optimierungspartner.de

Web: www.optimierungspartner.de
www.linkedin.com/in/axelhaertl

Messenger: Threema und Signal

Videoconf.: Zoom und TEAMS