



# Steuerung von Produktionsanlagen mit Kernkosten

OEE-Daten effektiv ins Anlagecontrolling einbinden. Matthias Lütke Entrup / Dennis Goetjes

## Overall Equipment Effectiveness

Das OEE Kennzahlensystem ist in den 1980er Jahren im Rahmen des Total Productive Maintenance (TPM) Ansatzes entstanden. Ziel des Verfahrens ist die Messung der Produktivität einzelner Anlagen in einer Fabrik. Dazu werden die drei Parameter „Auslastung“, „Durchsatz“ und „Akzeptanz der erzeugten Produktion“ bewertet und multiplikativ verknüpft. Auf diese Weise fasst das Verfahren die Parameter „Zeit“, Stückzahl“ und „Qualität“ in einer für das Produktionsteam nachvollziehbaren Art zusammen, wodurch insbesondere auch eine Einbeziehung der Mitarbeiter in die Anlagenoptimierung erreicht wird. Das Verfahren hat sich als dominierendes Verfahren zur Performance-Messung von Anlagen durchgesetzt.

Insgesamt werden sechs Arten von Anlagenverlusten in drei Parametern zusammengefasst (Abb. 1):

- Störungen und Wartezeiten werden durch den Parameter „Verfügbarkeitsgrad“,



## Summary

Aufgrund zunehmender Automatisierung und der damit verbundenen Kapitalbindung spielt die kosteneffiziente Nutzung von Produktionsanlagen eine besondere Rolle. Bei der Leistungsmessung und Optimierung von Produktionsanlagen hat die **Overall Equipment Effectiveness (OEE)** als zentrale Kennzahl zur Effizienzbewertung weite Verbreitung gefunden. Sie weist jedoch eine Reihe von Schwachstellen auf. Um diese zu beheben und zusätzliche Kostenpotentiale zu erschließen, bietet sich eine Kombination der vielfach vorhandenen OEE Kennzahlen mit Kostendaten aus dem Controlling an. Die daraus resultierende Kernkostenanalyse ermöglicht es, monetär bewertete Optimierungshebel zu ermitteln.

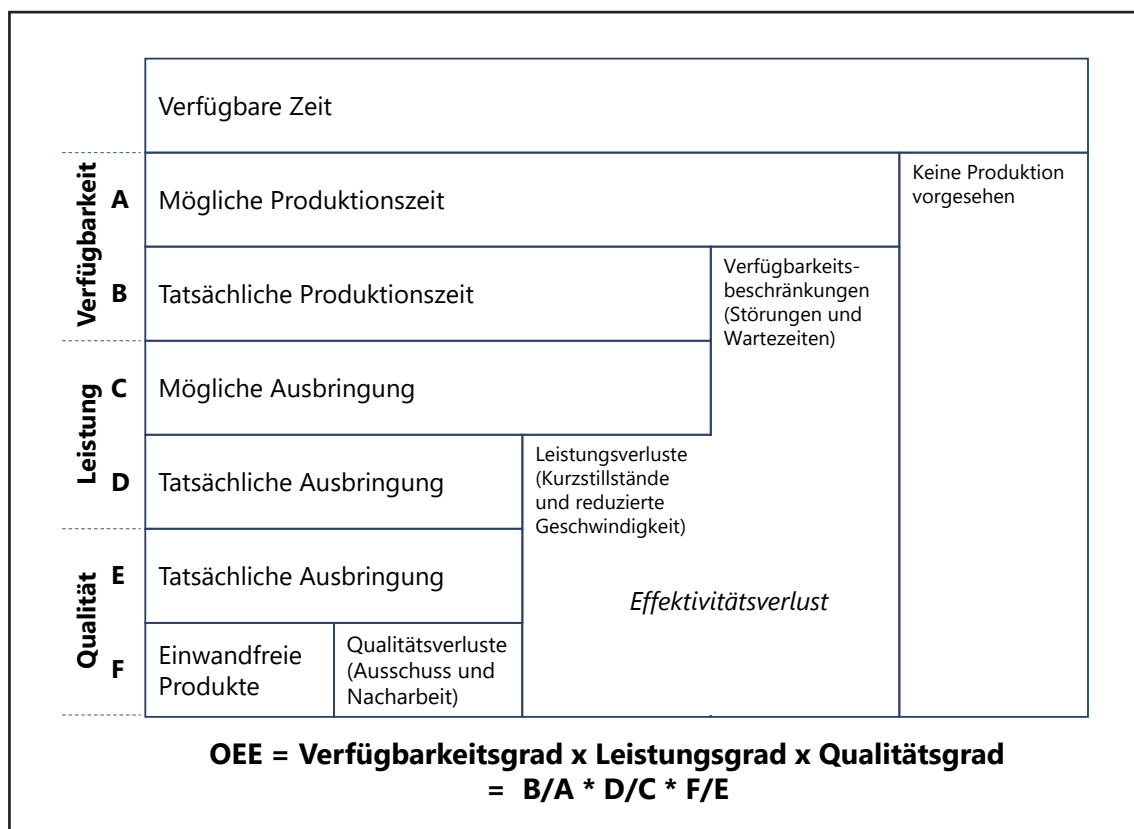


Abb. 1: Berechnungsverfahren OEE (nach May/Koch 2008)

- Kurzstillstände und reduzierte Geschwindigkeit durch den Parameter „Leistungsgrad“, und
- Ausschuss und Nacharbeit durch den Parameter „Qualitätsgrad“ erfasst.

Diese drei Parameter werden zur Berechnung der OEE der Anlage miteinander multipliziert.

Obwohl in der Praxis weit verbreitet, weist das Konzept einige wesentliche Schwachstellen auf:

- Es hat sich kein einheitlicher OEE Standard etabliert. Speziell der Parameter „Verfügbarkeitsgrad“ wurde in der Vergangenheit im Hinblick auf die Einbeziehung von Zeiten ohne Nachfrage in die Berechnung vielfach diskutiert (siehe „keine Produktion vorgesehen“ in Abb. 1). Einerseits hat die Nicht-Berücksichtigung dieser Zeiten in der Berechnung den Vorteil, dass dieser Faktor der Auslastung vom Vertrieb beeinflusst wird und die OEE Kennzahl eher ein Maß zur Leistungsmessung der Verantwortlichen einer Anlage ist. Andererseits fallen für diese Zeiten auch Fixkosten an, die in einer Gesamtschau der Anlage nicht außer Acht gelassen werden sollten.
- In der OEE als Spitzenkennzahl werden unterschiedlichste Faktoren miteinander kombiniert. Letztendlich sind es jedoch verschiedene Bereiche, die die einzelnen Verluste auf der Anlage zu verantworten haben. So sind Rüstverluste aufgrund erhöhter Sortimentskomplexität eher dem Marketing zuzuordnen, Effizienzverluste aufgrund unsachgemäßer Bedienung der Anlage eher der Produktionsmannschaft. In der Spitzenkennzahl der OEE werden jedoch diese Themen

miteinander vermischt, was häufig zu gegenseitigen Schuldzuweisungen führt.

- Eine OEE Berechnung unterstellt, dass alle anlagenbezogenen Verluste von gleicher Relevanz seien und dass jede Verbesserung der Kennzahl auch zu einer betriebswirtschaftlichen Verbesserung führe. Dieses ist jedoch regelmäßig nicht der Fall, so kann es durchaus sein, dass eine Verbesserung um einen Prozentpunkt im Qualitätsgrad zu einer höheren Ergebnissteigerung führt als eine entsprechende Steigerung des Verfügbarkeitsgrades. Weiterhin ist nicht jede Verbesserung der OEE auch eine finanzielle Verbesserung für das Unternehmen. So kann beispielsweise ein weitestgehend störungsfreier Betrieb durch hohe Zusatzkosten für Personal oder hohe Lagerbestände an Ersatzteilen „erkauft“ sein.
- Letztlich berücksichtigt die OEE keine Kosten, sondern nur Leistungsdaten bzw. die zeitliche Nutzung der Anlage. Finales Ziel aller Optimierungen sollte es jedoch sein, dass die Anlage kostenoptimal produziert, um im Wettbewerb bestehen zu können. Diese Kostendimension ist in der OEE-Kennzahl, wenn überhaupt, nur indirekt enthalten. Durch eine Integration von Kosten wird auch das Interesse des Top-Managements für die Auswertungen gesteigert.

Im Ergebnis können die Auswirkungen von Verbesserungsmaßnahmen auf den Geschäftserfolg nicht erkannt werden – im Gegenteil, Optimierungen, die rein auf die Erhöhung der OEE zielen, können aus finanzieller Sicht sogar Fehlentscheidungen sein. Daher ist eine



Prof. Dr. Matthias Lütke Entrup

ist Partner der HÖVELER HOLZMANN CONSULTING GmbH, Düsseldorf und Professor für Operations Management an der International School of Management in Dortmund.  
matthias.luetkeentrup@hoeveler-holzmann.com



Dennis Goetjes

ist Partner der HÖVELER HOLZMANN CONSULTING GmbH, Düsseldorf und auf umfassende Optimierungen im Bereich Supply Chain Management spezialisiert.  
dennis.goetjes@hoeveler-holzmann.com

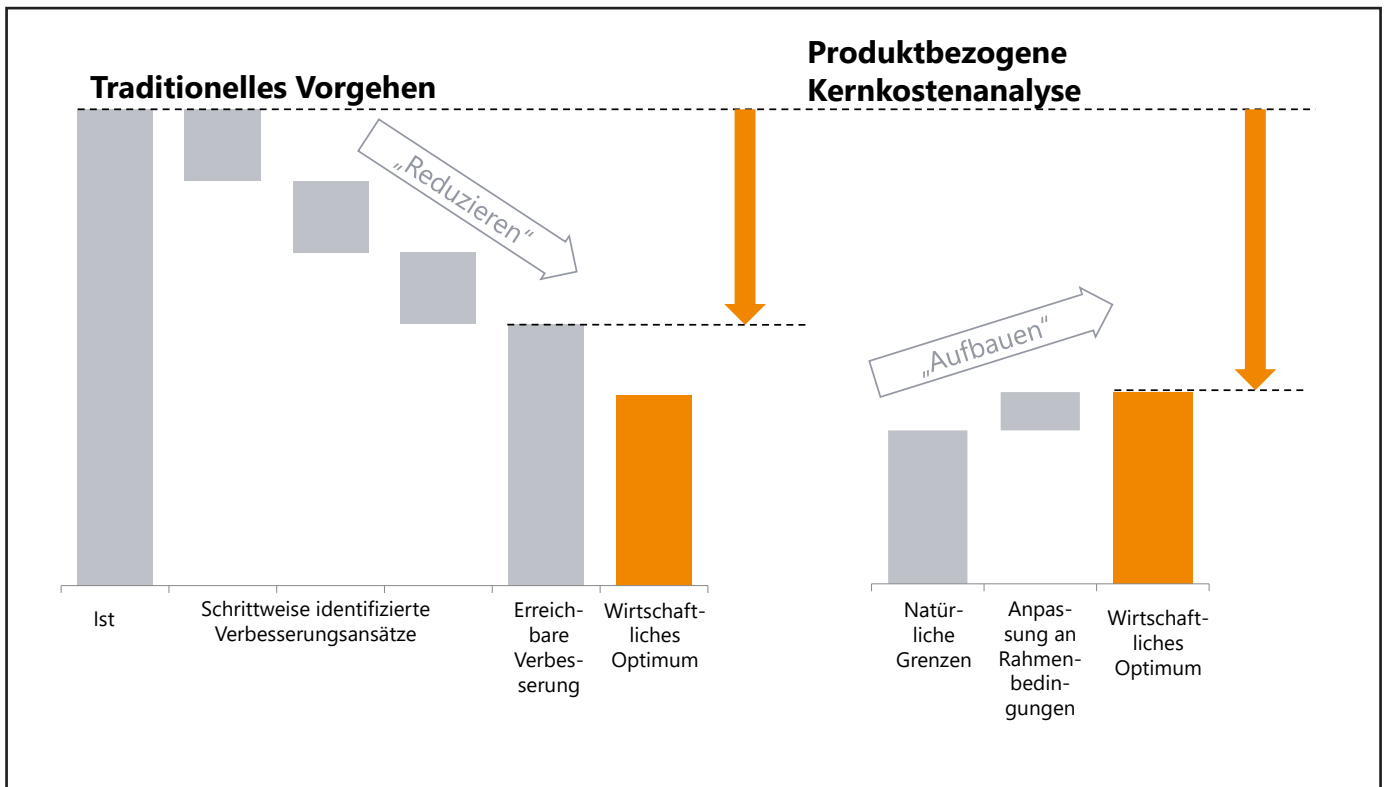


Abb. 2: Grundkonzeption der Kernkostenanalyse (nach Bästlein et al. 2007)

Kombination der OEE Logik mit den Grundsätzen der Kernkostenanalyse sinnvoll.

## Kernkosten

Unter Kernkosten wird der „harte Kern“ der Kosten verstanden, die für den Geschäftserfolg absolut erforderlich sind. Ziel des Verfahrens ist, durch die Berücksichtigung natürlicher Grenzen noch über das vordergründig ausgereizte Kostenniveau hinaus weitere Potentiale zu ermitteln (Abb. 2). Bei den Zielkosten handelt es sich dabei um das Kostenniveau, das unter den gegebenen Rahmenbedingungen auch tatsächlich erreicht werden kann. Die nachfolgend beschriebene Kernkostenanalyse hat zum Ziel, die produktbezogene Kernkostenanalyse mit der OEE Methodologie zu kombinieren und auf diese Weise einen kosteneffizienten Betrieb von Produktionsanlagen zu erreichen.

## Vorgehensweise

Der grundlegende Gedanke bei der Ermittlung von Kernkosten für Produktionsanlagen ist, dass es auch bei Produktionsanlagen eine physikalisch-technische Kostenuntergrenze gibt, bei deren Erreichung ein Unternehmen am absoluten Kostenoptimum produzieren würde. Die Kernkosten stellen ei-

nen theoretischen Wert dar, der in der Praxis bestenfalls annähernd erreicht wird. Dennoch hat dieser Wert zwei entscheidende Vorteile:

- Anhand der Kernkosten der Anlage kann erkannt werden, ob die aktuelle Kostenstruktur weit vom möglichen Optimum entfernt liegt oder ob bereits relativ nahe am theoretischen Optimum produziert wird. Dies hat einen wesentlichen Effekt auf die Priorisierung dieser Anlage im Rahmen von Kostensenkungsprogrammen.
- Die Differenz zwischen aktuellen Kosten und Kernkosten wird im zweiten Schritt auf sechs verschiedene Optimierungshebel aufgeteilt (Abb. 3). Auf Basis dieser Analyse lassen sich die entscheidenden Ansatzpunkte zur Kostenoptimierung schnell erkennen.

Im Gegensatz zur OEE basiert die Kernkostenanalyse nicht ausschließlich auf Zeitmessungen an der Anlage, sondern integriert zusätzlich die Kostenstrukturen in die Analyse. So werden Verluste nicht abstrakt in Prozent einer theoretischen Auslastung angegeben, ohne einen monetären Bezug zu möglichen Optimierungen zu erhalten, sondern direkt monetär bewertet. Während die OEE eher die Steigerung der Anlageneffizienz zum Ziel hat (ohne den monetären Effekt direkt sehen zu können), fokussiert sich die Kern-

kostenanalyse auf die monetären Effekte zur Steigerung des Ergebnisses.

## Zur Durchführung der Kernkostenanalyse sind 4 Schritte erforderlich

### Schritt 1: Ermittlung der Basisdaten und der aktuellen Kostensituation

Zu Beginn der Analyse ist es erforderlich, die relevanten Mengen- und Kostendaten der zu analysierenden Produktionsanlage zu ermitteln. Diese stehen in vielen Unternehmen in Form von Produktions- und Kostenstellenberichten zur Verfügung. Zunächst ist eine Aufstellung der im Betrachtungszeitraum auf der Anlage produzierten Mengen je Artikel erforderlich. Diese ist um Kostendaten zu ergänzen:

- Abschreibungen der Anlage
- Weitere Fixkosten der Anlage wie das anteilige Produktionsgebäude oder Werksumlagen/Werksoverhead (Werkleitung, Administration etc.)
- Energiekosten der erforderlichen Medien wie Strom, Druckluft, Wasser, Abwasser etc. (zur spezifischen Erfassung der Verbrauchsmengen pro Anlage sind ggf. separate Verbrauchsmessgeräte zu installieren)
- Personalkosten der Produktionsmitarbeiter inkl. aller anteiligen Sozialbeiträge,

Optimierungshebel	Beschreibung	Beispiele für potentielle Maßnahmen
Auslastung	Kosten der nicht genutzten Kapazität, i.W. anteilige Fixkosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung der Auslastung durch Zusatzaufträge</li> <li>Einführung Wochenendarbeit</li> </ul>
Produkt-Mix	Kosten für zusätzliche und nicht anlagenoptimale Produkte, z.B. Rüst- und Reinigungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standardisierung des Sortiments (Rezepturen, Verpackungen)</li> <li>Produkteliminierungen</li> </ul>
Durchsatz	Kosten für Geschwindigkeitsverluste und Kurzstillstände	<ul style="list-style-type: none"> <li>Steigerung Anlagengeschwindigkeit</li> <li>Technische Anlageoptimierung</li> <li>Schulungsprogramm</li> </ul>
Störung	Kosten für Anlagenstillstände, z.B. Störungsbeseitigungskosten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Anlageoptimierung gemeinsam mit Anlagenhersteller</li> <li>Schulungsprogramm</li> </ul>
Qualität	Kosten für die Produktion nicht einwandfreier Produkte, z.B. Ausschuss oder Nacharbeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engmaschigere Kontrollen</li> <li>Sensibilisierung der Mitarbeiter</li> </ul>
Normabweichung	Kosten für Abweichungen von Leistungsstandards, z.B. zu hohe Linienbesetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Freigabeprozess für zusätzliche Mitarbeiter</li> <li>Anreizsystem für Führungskräfte</li> </ul>

Abb. 3: Optimierungshebel der Kernkostenanalyse

- Lohnzusatzleistungen, Fremdarbeitskräfte, etc.
- Sachkosten für Wartung/Instandhaltung wie Jahreswartungen und regelmäßige Wartungen sowie Sachkosten für die Behebung von Störungen
  - Personalkosten der eigenen Instandhaltungsmitarbeiter für den anteiligen Einsatz an der Anlage
  - Kosten für Materialverluste aufgrund von Rüst- und Reinigungsvorgängen sowie nicht verkaufsfähiger Fertigwaren

Die kumulierten Kosten sind nun durch die produzierte Gesamtmenge zu teilen, um auf den aktuellen Stückkostensatz zu kommen. Die produzierten Mengen sind dabei in eine gemeinsame, führende Einheit (engl. Unit of Measure = UOM) zu überführen, z. B. Liter oder kg.

**Schritt 2: Auswertung und Zuordnung der Anlagenlaufzeiten**

Aufgrund der weiten Verbreitung der OEE Methodologie sind Aufzeichnungen über Anlagenlaufzeiten inzwischen sehr weit verbreitet. In vielen Fabriken werden die Anlagenzustände bereits maschinell ausgelesen und im Rahmen einer Betriebsdatenerfassung erfasst. Diese Zeiten werden auf die einzelnen Optimierungshebel verteilt. Dazu sind folgende Schritte erforderlich:

- Zunächst ist die maximale Nennleistung pro Stunde zu ermitteln. Dazu wird der Artikel herangezogen, mit dem das größte Volumen pro Stunde produziert wer-

den kann. Dieses ist z. B. in der Mineralwasserindustrie typischerweise die 1,5 l Flasche, in einer Brauerei die 0,5 l Mehrweg Flasche.

- Für die Berechnung der Kernzeit wird nun berechnet, in welcher Zeit das produzierte Volumen ohne Störungen, Geschwindigkeitsverluste etc. hätte produziert werden können. Dazu wird das insgesamt produzierte und verkaufsfähige Volumen durch die Nennleistung dieses besten Artikels geteilt.
- Zeiten für die Produktion nicht verkaufsfähiger Ware werden dem Optimierungshebel „Qualität“ zugeordnet.
- Artikel, die die Anlage weniger gut ausnutzen als der oben genannte beste Artikel, benötigen zusätzliche Zeit, um das entsprechende Volumen abzufüllen, da ihre Nennleistungen geringer sind. Diese Zeiten werden dem Optimierungshebel „Produkt-Mix“ zugeordnet.
- Die verbleibende Differenz aus gesamter Produktionszeit auf der einen Seite sowie Kernzeit, Zeiten für nicht verkaufsfähige Ware und zusätzlicher Zeiten für Artikel mit schlechterer Nennleistung werden dem Optimierungshebel „Durchsatz“ zugeordnet.
- Zeiten für Umrüstungen, Sortenwechsel und produktbedingte Reinigungen sind zum Optimierungshebel „Produkt-Mix“ zu allokalieren, da es diese Zeiten in einem 1-Produkt-Betrieb nicht gäbe.
- Störzeiten können direkt dem Hebel „Störungen“ zugeordnet werden.

- Zeiten ohne Anlagennutzung sind dem Hebel „Auslastung“ zuzurechnen, da in dieser Zeit zusätzliche Mengen hätten produziert werden können. Hier ist die gesetzlich zugelassene Betriebszeit der Anlage zu berücksichtigen: Wenn Sonntagsarbeit im Betrieb nicht zugelassen ist, sind diese Zeiten herauszunehmen. Auch die Zeit für eine vom Anlagenhersteller empfohlene Jahreswartung ist aus der Betriebszeit herauszunehmen.

**Schritt 3: Verteilung der Kosten auf Kernkosten und Optimierungshebel**

Auf Basis des sich ergebenden Zeitgerüsts werden nun die einzelnen Kostenarten auf die Optimierungshebel und die Kernkosten verteilt.

- **Fixkosten:** Alle fixen Kostenpositionen wie Anlagenabschreibungen, Gebäudekosten oder Werkoverhead, aber auch die Kosten der Jahreswartung, werden über die zugeordneten Anlagenstunden (s.o.) auf Kernkosten und Optimierungshebel allokalieren.
- **Energiekosten:** Die Energiekosten werden ebenfalls grundsätzlich auf Basis der zugeordneten Anlagenstunden verteilt, dieses jedoch basierend auf einem Energiekostensatz pro Stunde für die Anlage. Der verbleibende Betrag fällt unter die Normabweichung, da die Energiekosten in Summe die vorgegebene Norm überschritten haben.
- **Personalkosten der Produktionsmitarbeiter:** Die Kosten der Produktionsmitarbeiter

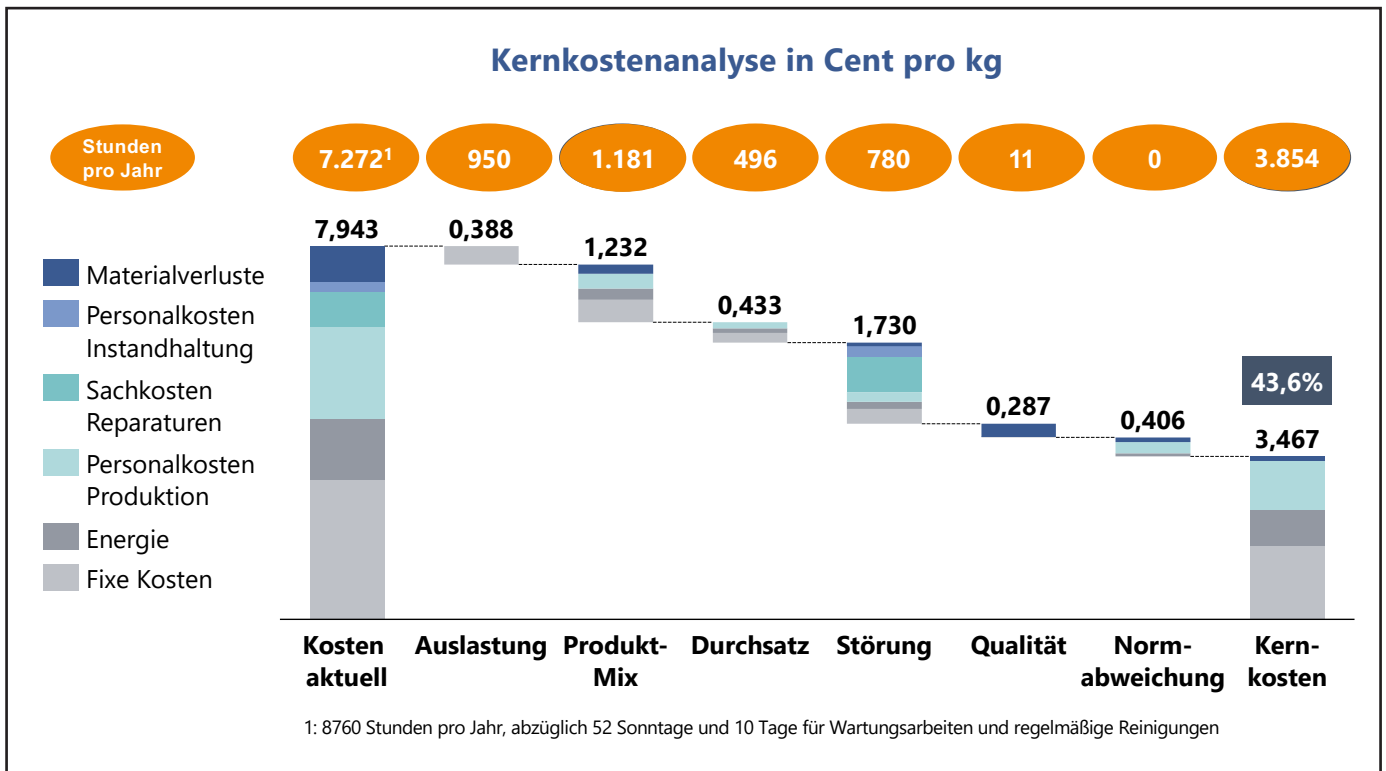


Abb. 4: Ergebnisse Kernkostenanalyse

werden analog den Energiekosten verrechnet. Auch in diesem Fall gibt es einen festen Satz pro Stunde. Der verbleibende Betrag wird wiederum unter Normabweichung erfasst, da entweder zusätzliche oder teurere Mitarbeiter eingesetzt wurden.

- **Sachkosten Wartung/Instandhaltung:** Die Instandhaltungskosten sind zweigeteilt. Die Jahreswartung wird analog den fixen Kosten verteilt. Sachkosten für Störungsbehebungen werden dem Optimierungshebel „Störungen“ zugeordnet.
- **Personalkosten der eigenen Instandhaltungsmitarbeiter:** Auch diese Kosten können direkt dem Hebel „Störungen“ zugeordnet werden, da sich diese zentralen Instandhaltungsmitarbeiter der Störungsbehebung gewidmet haben.
- **Kosten für Materialverluste:** Diese Kostenposition ist auf mehrere Positionen aufzuteilen. Die Materialkosten nicht verkaufsfähiger Ware sind dem Hebel „Qualität“ zuzuordnen. Weiterhin werden Materialverluste aufgrund von Rüstvorgängen unter dem Optimierungshebel „Produkt-Mix“ ausgewiesen, während anlagenbedingte, im Regelbetrieb der Anlage anfallende Kosten Teil der Kernkosten sind. Sollten Materialverluste aufgrund von Störungen separat erfasst werden, können diese den „Störungen“ zugeordnet

werden. Darüber hinaus gehende Materialabweichung sind unter der „Normabweichung“ auszuweisen.

Nach Zuordnung aller Kosten auf Kernkosten und Optimierungshebel ergibt sich die in **Abb. 4** beispielhaft dargestellte Kostenstruktur.

#### Schritt 4: Analyse der Ergebnisse und Aufsetzen Maßnahmenprogramm

Durch die Berechnung der Kernkosten kann zunächst einmal festgestellt werden, wie groß die Differenz zwischen Ist- und Kernkosten ist. Sollten die Kernkosten im Bereich von über 70% der Ist Kosten liegen, sind dies bereits sehr gute Ergebnisse. Bei Werten von unter 20-30% könnte hinterfragt werden, ob ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlage gegeben ist. Im Anschluss können nun die einzelnen Optimierungshebel beleuchtet werden.

Da der Optimierungshebel „Auslastung“ die Fixkosten der nicht genutzten Kapazität anzeigt, ist hier der Vertrieb gefragt, profitable Zusatzmengen für die Anlage zu generieren. Sollten in einem Unternehmen mehrere Anlagen desselben Typs betrieben werden, kann dieses Potential auch über die Zusammenlegung von Anlagen realisiert werden.

Beim **Produkt-Mix** ist zunächst für jeden Artikel die grundsätzliche Frage zu stellen, ob diese Komplexitätskosten vom Kunden durch höhere Abgabepreise auch bezahlt werden. Sollte dies nicht so sein, sollte versucht werden, die Abgabepreise zu erhöhen. Gleichzeitig sind Maßnahmen zur Sortimentsstandardisierung einzuleiten, die sich positiv auf den Verlusttreiber „Produkt-Mix“ auswirken werden.

Maßnahmen zur **Durchsatz**optimierung haben zwei Ansatzpunkte, die Erhöhung der Geschwindigkeit der Anlage sowie die Reduzierung der Mikro-Stillstände, die aufgrund des hohen Erfassungsaufwands nicht explizit unter Störung aufgeführt werden. Optimierungen beim Durchsatz führen zu geringeren variablen Kosten, allerdings auch zu Verbesserungen bei den Fixkosten. Um diese Fixkosten-Verbesserungen ergebniswirksam werden zu lassen, müssen die dann zusätzlich zur Verfügung stehenden Kapazitäten allerdings mit profitablen Aufträgen gefüllt werden, da sich dieser Kostenblock ansonsten nur auf den Kostentreiber Auslastung verschieben würde.

Eine Reduktion von **Störungen** hat regelmäßig positive Effekte auf die Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebs. Zum einen werden

hierdurch die direkt den Störungen zuordbaren Kosten reduziert. Andererseits wirkt diese Verbesserung zu auch positiv auf andere Optimierungshebel, da zum Beispiel durch die Reduktion der nach einer Störung anfallenden Anfahrtsverluste auch der Durchsatz und die Anzahl der Gutteile, also die Qualität, verbessert werden.

**Qualitäts**verbesserungen reduzieren direkt die entsprechenden Materialverluste sowie die weiteren variablen Kosten dieser n.i.O.-Mengen, bewirken zusätzliche Produktionskapazitäten und erhöhen die Kundenzufriedenheit, da Lieferabsagen aufgrund nicht verkaufsfähiger Ware vermieden werden. Daher ist der Optimierungshebel „Qualität“ aus wirtschaftlicher Sicht häufig einer der dominierenden.

**Normabweichungen** entstehen regelmäßig bei den Personalkosten. Hier ist zu prüfen, ob die Anlagenbesetzung reduziert werden kann, ohne negative Effekte bei den anderen Optimierungshebeln wie z. B. „Durchsatz“, „Störungen“ oder „Qualität“ zu generieren.

Diese Erkenntnisse können im Folgenden auch genutzt werden, um die Performance der Anlage im Zeitablauf nachzuhalten oder verschiedene Anlagen untereinander zu benchmarken.

## Zusammenfassung und Ausblick

Im Ergebnis ermöglicht die anlagenbezogene Kernkostenanalyse, Anlagenverluste auf einzelne Optimierungshebel aufzugliedern und monetär zu bewerten. Dadurch wird die finanzielle Größenordnung der Anlagenverluste deutlich, so dass die Ergebnis-Auswirkungen durch die Reduzierung dieser Anlagenverluste direkt abgelesen werden können. Diese Anlagenverluste können auch einzelnen Verantwortungsbereichen wie Vertrieb, Marketing, Produktion oder Instandhaltung zugeordnet werden. Letztlich ist die Erstellung der anlagenbezogenen Kernkostenanalyse relativ einfach, da die entsprechenden kostenstellenbezogenen Kostendaten in den meisten Unternehmen vorhanden sind und die zusätzlich erforderlichen Anlagenlaufzeiten aufgrund der weiten Verbreitung des OEE Konzeptes von vielen Unternehmen regelmäßig ermittelt werden. ■