

Praxiswissen Instandhaltung

Achim Kampker, Bastian Franzkoch, Thomas Gartzten,  
Sebastian Kamp

TÜV Media

# Green Maintenance

- Leseprobe -

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8249-1675-7

© by TÜV Media GmbH, TÜV Rheinland Group, Köln 2013

® TÜV, TUEV und TUV sind eingetragene Marken. Eine Nutzung und Verwendung bedarf der vorherigen Zustimmung.

Gesamtherstellung: TÜV Media GmbH, Köln 2013

Den Inhalt dieses E-Books finden Sie auch in dem Handbuch „Der Instandhaltungs-Berater“, TÜV Media GmbH, Köln.

Die Inhalte dieses Werks wurden von Verlag und Autor nach bestem Wissen und Gewissen erarbeitet und zusammengestellt. Eine rechtliche Gewähr für die Richtigkeit der einzelnen Angaben kann jedoch nicht übernommen werden. Gleiches gilt auch für Websites, auf die über Hyperlinks verwiesen wird. Es wird betont, dass wir keinerlei Einfluss auf die Inhalte und Formulierungen der verlinkten Seiten haben und auch keine Verantwortung für sie übernehmen. Grundsätzlich gelten die Wortlaute der Gesetzestexte und Richtlinien sowie die einschlägige Rechtsprechung.

# **Green Maintenance – Ein Ordnungsrahmen für Instandhaltungsmaßnahmen zur energieeffizienten Fabrik**

von

**Achim Kampker, Bastian Franzkoch, Thomas Gartzten, Sebastian Kamp**

## **Zielsetzung dieses Beitrags**

Die Einzelmaßnahmen, die heutzutage oftmals von der Instandhaltung zur Verbesserung der Energieeffizienz durchgeführt werden, greifen zu kurz. Ziel dieses Beitrags ist es daher, eine systematische, ganzheitliche Vorgehensweise für die Planung und die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Instandhaltung vorzustellen.

Um die Handlungsfelder definieren, Maßnahmen priorisieren und die Umsetzungsergebnisse messen zu können, wird eine geeignete Bewertung der Energieeffizienz benötigt. Deshalb ist es ebenfalls Ziel dieses Beitrags, ein Kennzahlensystem zur Bewertung und Regelung der Energieeffizienz zu verdeutlichen.

## **Problem- beschreibung**

Aufgrund der weltweit wachsenden Rohstoffverknappung steigen die Energie- und Rohstoffkosten. Vom Jahr 1998 bis zum Jahr 2008 stiegen die Energiepreise um durchschnittlich 5,8 % pro Jahr. Auch nach der Wirtschaftskrise wird sich der Anstieg der Energiepreise fortsetzen. Der Handel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten und die dadurch entstehenden Kosten werden zu einem weiteren Anstieg der Energiepreise beitragen [1; 2; 3, 4].

Obwohl viele Unternehmen durch die Energiepreissteigerungen und durch die Wirtschaftskrise 2008/2009 für die Bedeutung der Energieeffizienz sensibilisiert wurden, werden Einsparpotenziale oftmals nicht erkannt oder unterschätzt.

Nach einer Umfrage der KfW Bankengruppe geht ein Drittel der Unternehmen davon aus, dass es keine Einsparpotenziale im eigenen Unternehmen gibt. Im Durchschnitt halten die befragten Unternehmen eine Einsparung von 5,4% für möglich. Im Rahmen einer Studie der Fraunhofer Gesellschaft wurde demgegenüber ein mittelfristiges Energieeinsparpotenzial von 25 bis 30% identifiziert. Jedoch verfügt nur ein Drittel der Unternehmen über systematische Ansätze zur Bewertung und Optimierung des Energieverbrauchs. Häufig wird der Energie- bzw. Ressourcenverbrauch nur pauschal erfasst, z.B. auf Werks- oder auf Gebäudeebene. Detaillierte Daten hinsichtlich der spezifischen Energieverbräuche und -verluste einzelner Maschinen und Anlagen sind in der Regel nicht verfügbar [5; 6].

Getrieben von dem zunehmenden ökonomischen Druck und dem Mangel an Transparenz, entsteht somit für die produzierende Industrie in Deutschland der dringende Handlungsbedarf, Energiebedarfe und -verbräuche in der Produktion verursachungsgerecht bewerten zu können. Denn nur so kann eine valide Aussage über den energieeffizienten Betrieb einer Produktion getroffen werden.

Diesbezüglich wird in Zukunft der Instandhaltung eine zentrale Rolle zukommen. Denn insbesondere das Wissen über die Anlagen und ihr Betriebsverhalten ist hier ein zentraler Schlüssel für die spezifische Bestimmung der Energieverbräuche. Aus diesem Grund muss das etablierte Zielsystem der Instandhaltung zukünftig um die Aspekte der Energie-

effizienz erweitert werden. War es bisher Aufgabe der Instandhaltung, die Gesamtanlageneffektivität hinsichtlich Verfügbarkeit, Qualität und Leistung sicherzustellen, so wird sie sich in Zukunft auch daran messen lassen müssen, wie effizient die Produktion die ihr zur Verfügung stehenden Ressourcen einsetzt. Die Aufgabe der Verbesserung, die nach DIN 31051 eine Kernaufgabe der Instandhaltung bildet, bekommt hierbei besonderes Gewicht. Dies bedeutet aber auch, dass die Instandhaltung einmal mehr den ihr anhaftenden Ruf des Kostenverursachers ablegt und innerhalb des Unternehmens an strategischer Bedeutung gewinnt.

**Lösung/  
Lösungsweg**

Der Lösungsweg für die skizzierte Problemstellung wird in sieben Abschnitten erläutert. Der Beitrag ist daher wie folgt aufgebaut:

1. Dimensionen der Energieeffizienz
2. Gestaltungsebenen der Fabrik
3. Ordnungsrahmen für energieeffiziente Fabriken
4. Gestaltungsprinzipien auf Produktionsstandort- und Fabrikgebäude-Ebene
5. Gestaltungsprinzipien auf Gesamtprozess-Ebene
6. Gestaltungsprinzipien auf Arbeitsplatz-Ebene
7. Aufbau eines ressourcen- und verfügbarkeitsorientierten Instandhaltungscontrollinginstruments

## 1 Dimensionen der Energieeffizienz

Energieeffizienz umfasst im Wesentlichen drei Aspekte. Diese Aspekte, auch Dimensionen der Energieeffizienz genannt, sind:

- Energiebezug,
- Energieverbrauch,
- Emissionen.

Nur wenn alle drei Dimensionen optimiert werden, kann von einer energieeffizienten Fabrik im eigentlichen Sinne gesprochen werden.

### **Optimierung des Energie- bezugs**

Insbesondere aufgrund der steigenden Preisentwicklung an den Rohstoff- und Energiemärkten gilt es, den Energiebezug zu optimieren. Die Dimension des Energiebezugs umfasst insbesondere seine Unabhängigkeit von bspw. externen Schwankungen und internen Lastspitzen. Des Weiteren beinhaltet der Aspekt des Energiebezugs eine Optimierung unter Berücksichtigung der marktspezifischen Rahmenbedingungen.

### **Energie- verbrauch senken**

Zentraler Aspekt der Energieeffizienz ist der Energieverbrauch. Diese Dimension betrachtet alle technischen und organisatorischen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements, um den Verbrauch an Energie zu senken.

### **Schadstoff- emissionen**

Die Emissionen bilden die dritte Dimension der Energieeffizienz. Hierunter werden alle Emissionen, die die Umwelt belasten, gezählt. Diese umfassen nicht nur Treibhausgase wie z.B. Kohlenstoffdioxid, sondern alle festen, flüs-

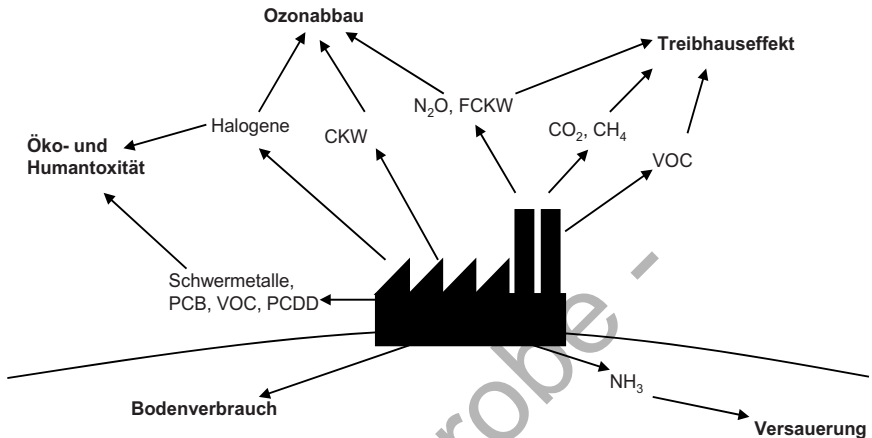


Abb. 1: Umwelteinflüsse durch Schadstoffemissionen (in Anl. an [7])

sigen oder gasförmigen Schadstoffe, die an die Umwelt abgegeben werden. Abbildung 1 gibt einen exemplarischen Überblick über ausgewählte Umwelteinflüsse durch Schadstoffemissionen einer Fabrik. Die drei Energieeffizienzdimensionen bilden eine erste Strukturierung der Maßnahmen. Je nach Unternehmen und Unternehmensumfeld sind die drei Aspekte unterschiedlich wichtig. Dies fließt in die spätere Priorisierung der Maßnahmen mit ein.

## 2 Gestaltungsebenen der Fabrik

### Geeignete Beschreibungsmodelle

Fabriken sind komplexe technische Gebilde. Um das Objekt Fabrik dennoch einfach und konsistent abbilden zu können, bedarf es geeigneter Beschreibungsmodelle, die ihrerseits die Ableitung von Energieeffizienzmaßnahmen für die Instandhaltung ermöglichen. Im Folgenden wird ein Beschrei-

bungsmodell für Fabriken vorgestellt, das aus drei Ebenen besteht und dafür geeignet ist, Gestaltungsprinzipien für die drei Dimensionen der Energieeffizienz abzuleiten und in einen Ordnungsrahmen einzuordnen. Als die drei Gestaltungsebenen einer Fabrik werden nachfolgende definiert:

### **Drei Gestaltungsebenen**

- Makro-Ebene – Produktionsstandort und Fabrikgebäude (Werksstruktur),
- Meso-Ebene – Gesamtprozess,
- Mikro-Ebene – Arbeitsplatz (vgl. Abb. 2) [7; 8].

Entsprechend wird eine Fabrik als mehrstufige Hierarchie unterschiedlicher Systemelemente verstanden. Dabei stellt die Fabrik die oberste Beschreibungsebene der Produktion dar. Diese umfasst in der Regel mehrere Produktionsbereiche. Sie setzen sich aus Fertigungsgruppen bzw. -linien zusammen. Auf der untersten Hierarchieebene der Beschreibungselemente sind die einzelnen Maschinen bzw. Arbeitsplätze.

Die Beschreibung mithilfe eines hierarchischen Modells erlaubt zum einen eine separate Betrachtung der unterschiedlichen Strukturebenen der Fabrik im Rahmen komplexer Effizienzanalysen. Zum anderen ermöglicht sie eine gezielte Zuordnung von Handlungsempfehlungen zu bestimmten Verantwortungsbereichen [7].

### **Makro-Ebene**

Die Makro-Ebene ist die oberste Ebene des Beschreibungsmodells einer Fabrik. Sie beschreibt die Fabrik als Gesamtheit aller Gebäude, Anlagen und Einrichtungen. Die wesentlichen Planungsobjekte im Rahmen der Fabrikplanung sind das Werks- und Gebäudelayout, der werks- und gebäude-



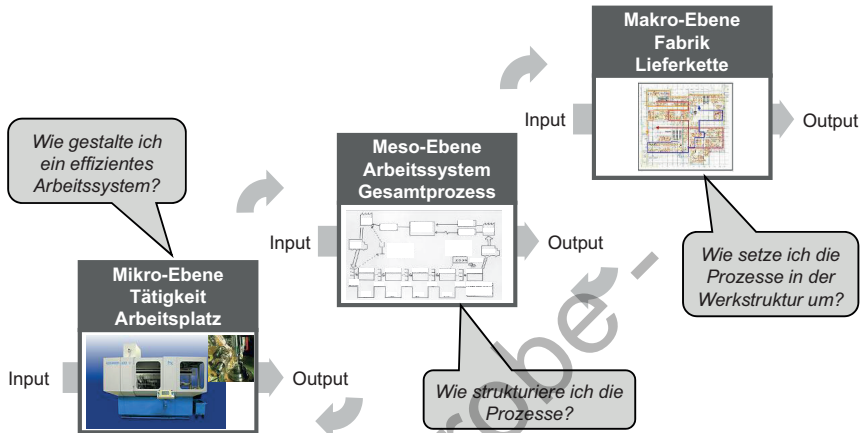


Abb. 2: Gestaltungsebenen der Fabrik

interne Materialfluss sowie die Warenan- und -ablieferung. Auf der Makro-Ebene wird folglich die Frage beantwortet, wie Prozesse in der Werksstruktur umgesetzt werden [7; 8].

### Meso-Ebene

Die Meso-Ebene beschreibt den Gesamtprozess und die Prozesse in den Produktionsbereichen bzw. Fertigungs- oder Montagegruppen. Die einzelnen Arbeitsplätze werden dabei als „Black-Box“ betrachtet, deren Eigenschaften auf der Mikro-Ebene detailliert analysiert werden. Auf der Meso-Ebene werden neben den direkten Bereichen auch die indirekten Bereiche betrachtet (bspw. Qualitätssicherung oder Instandhaltung). Zusammenfassend beschreibt die Meso-Ebene, wie Prozesse strukturiert werden [7; 8].

### Mikro-Ebene

Die Mikro-Ebene stellt im Rahmen der Fabrikplanung die kleinste sinnvolle Betrachtungsstufe dar. Diese niedrigste Ebene des Beschreibungsmodells bilden die einzelnen Ar-

beitsplätze. Zu einem Arbeitsplatz gehören die Ressourcen, d. h. die Betriebsmittel, wie z. B. Maschinen, Montagesysteme oder Transportmittel, sowie die am Arbeitsplatz tätigen Mitarbeiter. Die Mikro-Ebene betrachtet im Wesentlichen die Gestaltung der Arbeitsplätze [7, 8].

### 3 Ordnungsrahmen für energieeffiziente Fabriken

#### **Ganzheitliches Konzept zur Steigerung der Energieeffizienz**

Zur Verbesserung der Energieeffizienz werden heutzutage in der Regel Einzelmaßnahmen durchgeführt. Hierzu zählen insbesondere Maßnahmen im Bereich der Druckluftversorgung und der elektrischen Antriebe. Allerdings wird in der Praxis deutlich, dass einzelne Optimierungsmaßnahmen nicht zielführend sind. Daher ist ein ganzheitlicher Gestaltungsrahmen erforderlich.

Unter Einbeziehung der in Punkt 1 beschriebenen Dimensionen der Energieeffizienz und der in Punkt 2 dargestellten Ebenen der Fabrikplanung wird im Folgenden ein ganzheitlicher Ordnungsrahmen für energieeffiziente Fabriken aufgebaut und ausgearbeitet. Die drei Energieeffizienzdimensionen und die drei Betrachtungsebenen der Fabrik spannen eine 3×3-Matrix, wie in Abbildung 3 dargestellt, auf. Diese Matrix stellt den strukturellen Ordnungsrahmen für alle Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienzbewertung und -steigerung dar. Sie umfasst neun Handlungsfelder. Diesen Handlungsfeldern werden jeweils Gestaltungsprinzipien zugeordnet [9].

Auf der Makro-Ebene, unter dem Aspekt des Energiebezugs, ist dies die Entkopplung des Energiebezugs. Hinsichtlich des Energieverbrauchs ist das Gestaltungsprinzip das energieeffiziente Gebäude. Dieses Handlungsfeld umfasst sowohl die Gebäudestruktur und -hülle, als auch die techni-