**ERARBEITUNG VON ROLLENBASIERTE
HANDLUNGSHILFEN ZUR VERANKERUNG
DES ENERGIEEFFIZIENZGEDANKENS IM
ALLTAGSGESCHÄFT**

Marcus Dörr

Erarbeitung von rollenbasierten Handlungshilfen zur Verankerung der Energieeffizienz im Alltagsgeschäft

Fraunhofer IPA Tagung Energieeffizienz in der Produktion

Dipl.-Ing. Marcus Dörr
Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und
Automatisierung

Stuttgart, 22. Mai 2012

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz Ausgangssituation

- Klima- und energiepolitische Zielsetzungen
„20-20-20“ Zielsetzung der EU (2009)
 - 20-prozentige Energieeffizienzsteigerung
 - 20-prozentige Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energie
 - 20-prozentige Verringerung der Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 bis 2020
- Kostendruck durch steigende Energiebezugpreise
- Kundenanforderungen an Produkte mit reduzierten Umweltauswirkungen

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz Rahmenbedingungen

- Energiemanagementsysteme als Instrument zur Erschließung von Effizienzpotentialen in der Industrie
 - Anforderungen durch die Einführung von Energiemanagementsystemen gemäß ISO 50001 und deren Zertifizierung
 - ➔ Prozesse zur kontinuierlichen Verbesserung der Energieeffizienz
 - Kopplung von Steuerermäßigungen (Entlastung bei Energie- und Stromsteuer) an die Erreichung definierter jährlicher Energieeinsparziele auf Branchenebene

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Steigerung der Energieeffizienz Leitfaden

- Bietet einen umfassenden Überblick der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz
- In der Regel allgemein gültige Vorgehensweisen und Maßnahmenbeschreibungen
- Häufig unternehmensunabhängig
- Kein direkter Bezug auf die tatsächlichen Rahmenbedingungen
 - Gebäude und räumliche Restriktionen
 - Prozessbedingungen
 - Produktionsdaten
 - Anlagen

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Steigerung der Energieeffizienz

Leitfaden: Beispielhafte Gliederung

- Allgemeine Ansätze zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Planung und Durchführung der Energiedatenerfassung
- Optimierungsmaßnahmen
 - Basistechnologien (Motoren, Pumpen, Ventilatoren)
 - Querschnittsprozesse (Druckluft, Wärmerückgewinnung)
 - Prozessunabhängige Handlungsoptionen (Anlaufsteuerung, Stand-By-Schaltung)
 - Prozessspezifische Optimierungsmaßnahmen (Massivumformen, Biegen)
- Bewertung der Energiedaten, Ableitung von Maßnahmen und Benchmarks

1. Optimierungsmaßnahmen im Bereich Basistechnologien
1.1. Motor- / Elektrische Antriebe
1.2. Ventilatoren
1.3. Pumpen
1.4. Bürstloskompensator
1.5. Isolierung von Rohrleitungen und Anlagen
2. Optimierungsmaßnahmen im Bereich Querschnittstechnologien
2.1. Druckluftherstellung und Druckaufbereitung
2.2. Wärmerückgewinnung und Abwärmennutzung sowie Speicherung
2.3. Vorratshaltung
2.4. Beleuchtung
2.5. Lüftung
2.6. Kälteherstellung und Kälteanlagen
2.7. Trocknung
2.8. Thermopressanlagen (Industriefolien)
2.9. Serverräume und Rechenzentren
3. Prozessunabhängige Maßnahmen
3.1. Reduzierung des Stand-by-Betriebs
3.2. Reduzierung des Schmiermittelspeichers
3.3. Erhöhung der Materialausbeute
3.4. Prozessoptimierung und Prozesskettensicherung
4. Prozessspezifische Maßnahmen
4.1. Umformen - Spritzgießen und Extrusion von Kunststoffen
4.2. Umformen - Schmelzen und Strahlen von Eisenmetallen
4.3. Umformen - Druck- und Kokillerguß
4.4. Umformen - Gießen
4.5. Umformen - Massivumformen
4.6. Umformen - Blechumformen
4.7. Trennen - Zerschneiden und Spalten
4.8. Fügen - Schweißen
4.9. Fügen - Löten
4.10. Beschichten - Lackierarbeiten
4.11. Beschichten - Galvanische Beschichtungen
4.12. Beschichten - Beschichtungen - Systeme von Keramiken und Metallen

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz

Leitfaden: Dokumentation Optimierungsmaßnahmen

4.1.1 Druckluftherzeugung und -verteilung

I. Allgemeine Beschreibung

Druckluft wird in der Industrie als Energieträger eingesetzt. Druckluftsysteme bestehen aus Kompressoren, der Erzeugung, 100% Kompressoren, zur Aufbereitung, z.B. Filter, Trocknungsgänge und zur Verteilung (z.B. Leitungsnetz, Öl, Ölfrei, Luft, entgeräutert und isoliert) zur Verfügung steht, in die Erzeugung und Nutzung von Druckluft wegen ihrer hohen Kosten. Bei schlecht gewählten, veralteten Druckluftsystemen können die Verluste von der Erzeugung bis zum Verbraucher bis zu 10% betragen, oder andere betriebl. und bei anderen Systemen durchschnittlich 20% der eingesetzten Leistung überschreiten (DIN 327). Neue Anlagen haben jedoch einen wesentlich höheren Wirkungsgrad. Untersuchungen konnten festlegen, dass 20 % der eingesetzten Leistung in modernen Anlagen genutzt werden können und sich durch die Nutzung einer Wärmehierarchieerzeugung dieser Wert sogar auf 30 % erhöhen (2).

Unternehmen werden Vakuum- und Niederdruckanlagen, Niederdruck (0-2,5 bar), Standarddruck (7 bar) und Hochdruckanlagen (10 bar) aus. Unternehmensrichtlinien stellen 80 % der Kosten für Druckluftsysteme Energiekosten dar.

Version 1.4 / Stand: 28. Juli 2011

entwickelt durch

Allgemeine Gliederung:

- I. Allgemeine Beschreibung
- II. Allgemeine Optimierungsziele
- III. Umsetzung der allgemeinen Optimierungsziele
 - I. Einsparpotenziale
 - II. Beispiele
 - III. typische Kosten
 - IV. ggf. Formeln zur überschlägigen Berechnung
- IV. Checkliste (Zusammenfassung)
- V. Quellen
- VI. Internetlinks
- VII. Experten/ Ansprechpartner

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz Effizienzprojekt

- Verbesserung der Energieeffizienz von genau definierten Anlagen, Prozessen oder Werken
- In der Regel auf den Untersuchungsgegenstand und die herrschenden Rahmenbedingungen zugeschnittene Maßnahmenbeschreibungen
- Unternehmensspezifisch, teilweise prozessspezifisch, aufgrund der klar umrissenen Aufgabenstellung
- Einzelprojekt, meist mit externer Unterstützung

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Steigerung der Energieeffizienz Kombination Pilotprojekt / Leitfaden

- Kombination der Vorteile beider Vorgehensweisen
- Pilotprojekt:
 - Detaillierte Untersuchung eines definierten Aufgabenfeldes
 - Beachtung der gegebenen Rahmenbedingungen
 - Gezielte Maßnahmenvorschläge
 - Externe Unterstützung
- Leitfaden:
 - Erarbeitung der Grundlagen für eine selbstständige Weiterführung im Werk bzw. werksübergreifend im Unternehmen
- **Ziel:**
Unterstützung von Unternehmen zur selbstständigen, eigenverantwortlichen und kontinuierlichen Energieeffizienz-Optimierung

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Steigerung der Energieeffizienz

Kombination Pilotprojekt / Leitfaden: Beispiel

■ Pilotprojekt zur Bestandsoptimierung

- Ist-Zustandsanalyse:
 - Betriebsbegehung
 - Produktionsdaten
 - Anlagenlayouts und Prozessgestaltung
 - Energieverbräuche (soweit vorhanden)
 - Messungen
 - Energieschemata
 - Kennzahlenbildung
- Identifikation von Optimierungspotential
- Bewertung von Optimierungsmaßnahmen

	Vorbehandlung (Reinigen, Trocknen)		
	kWh/a	Stück/a	m ³ /a
Produktion pro Jahr	5.457.000	383.600	69.536
	kWh/a	kWh/m ²	kWh/kg
elektrisch	44,7	178.800	0,466
thermisch	456	1.824.000	4,755
Kennzahlen	kWh/Stück	kWh/m ²	kWh/kg
	0,967	5,221	28,902

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz

Kombination Pilotprojekt / Leitfaden: Beispiel

■ Leitfaden zur Fortführung

- Beschreibung der Vorgehensweise zur Ermittlung des Ist-Zustandes
 - Welche Daten werden verwendet?
 - Welche Messungen sind nötig?
 - Mit welchem Messgerät, wo und in welcher Art muss die Messung durchgeführt werden?
 - Welche Berechnungsformel wird angewendet?
 - Wie werden die Kennzahlen ermittelt?

Komponente	Funktion	Motor		Boilung		Temperatur
		Messung / Messgröße	Berechnung / Abschätzung	Messung / Messgröße	Berechnung / Abschätzung	
Struktur	Verstärker	Stromerzeugung an den Kammern des Antriebsmotors (Momentaufnahme)	nicht möglich	/	/	Thermowiderstand, Thermogegenschnalle, Temperatursensoren
Struktur	Verstärker	Stromerzeugung an den Kammern des Antriebsmotors (Momentaufnahme)	nicht möglich	/	/	Thermogegenschnalle, Thermowiderstand, Thermogegenschnalle, Kammer, Antriebsmotor im Kanal, Querschnalle des Kanals
REINIGUNG	Steiner	/	/	Causticverbrauch (Dichtschichtverbrauch)	ist % der installierten Heizleistung	Thermowiderstand, Thermogegenschnalle, Temperatursensoren

Maßnahmen/Anlagen sind nicht auswendig, wenn Freigabezeitpunkt oder andere wichtige Maßnahmen vorliegen sind
 alle Messgrößen von Prozessführung vorhanden ist
 → In diesem Fall muss immer ein Leitfaden über einen repräsentativen Zeitraum, z. B. ein Produktionsjahr, erstellt werden!

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz Kombination Pilotprojekt / Leitfaden: Beispiel

Leitfaden zur Fortführung

- Maßnahmenkatalog zur allgemeinen Beschreibung möglicher Ansätze
 - Anlagenkonzept
 - Auslegung der Anlage
 - Anlagentechnik
 - Organisation und Parametrierung
 - Wärmeverluste
- Enthalten sind neben Optimierungsmaßnahmen auch Handlungsansätze für Neuplanungen

© Fraunhofer IPA

Steigerung der Energieeffizienz Kombination Pilotprojekt / Leitfaden: Beispiel

Leitfaden zur Fortführung

- Checkliste zur selbstständigen Ermittlung von Optimierungspotentialen für bestehende Anlagen, anwendbar unabhängig von bereits durchgeführten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung
- Checkliste berücksichtigt auch Empfehlungen für Neuplanungen

Checkliste Vorbehandlung		Fraunhofer IPA	
wässrige Reinigung			
Werkstücke und Werkstückträger			
Ist eine reinigungsgerechte Konstruktion durchgeführt worden?	Nein		Vermeidung von schwer zugänglichen Stellen, Ablauflöcher zur Verhinderung von Wasseransammlungen
Behälter und Beheizung			
Ist die Isolierung in den beheizten Zonen ausreichend?	Ja	36	50 °C -39%
Oberflächentemperaturen von max. 35 °C sind anzustreben, Thermografieaufnahmen			
Halfwasserrockner			
Gehäuse und Schieusen			
Ist die Isolierung des Trocknergehäuses ausreichend?	Nein	55	35 °C 36%
Oberflächentemperaturen von ca. 35 °C sind anzustreben, Thermografieaufnahmen			
Beheizung			
Ist der Trockner direkt beheizt?	Ja		Direktbeheizungen reduzieren den Energieeinsatz um 10-15 %
Peripherie			
Abwasser			
Entspricht die Abwassertemperatur der Umgebungstemperatur?	Nein	35	20 °C 43%
Badüberwachung			
Wird die Zusammensetzung der Behandlungsbäder regelmäßig überprüft?	Ja		Durch Badanalyse und Abstimmung mit Reingierlieferanten zu ermitteln

© Fraunhofer IPA

Energieeffizienz im Alltagsgeschäft

Zuständigkeiten / Festlegung von Rahmenbedingungen

- Energieeffizienz ist häufig dem Unternehmensbereich „Facility Management“ zugeordnet
- Rahmenbedingungen und Grundsatzentscheidungen für den Energiebedarf von Produktionsprozessen werden jedoch in anderen Abteilungen festgelegt
- Bislang wird der Aspekt Energieeffizienz in den betroffenen Abteilungen unzureichend beachtet
 - Aufgabenvielfalt
 - Kapazitätsengpässe
 - Fehlende Sensibilisierung
 - Ungeeignete Anreizsysteme

Beeinflussung Energieeffizienz

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Energieeffizienz im Alltagsgeschäft

Leitfaden: Checkliste

- Checkliste zur selbstständigen Energieeffizienzoptimierung beinhaltet Maßnahmen, die verschiedenste Abteilungen in Unternehmen betreffen
 - Einkauf Life-Cycle-Costing (LCC) oder Total Cost of Ownership (TCO) statt reiner Betrachtung der Beschaffungskosten
 - Konstruktion Fertigungsgerechte Konstruktion, beinhaltet Energieeffizienz
 - Fertigungsplanung Maximale Durchsätze
 - Instandhaltung Vorausschauende Wartung
 -

TCO-Betrachtung von Pulverlackier-Anlagen in der Planungsphase

Lackierkosten						
Bestandhaltungsoptionen	Stl. Zustand	Vorbereit. 1	Vorbereit. 2	Vorbereit. 3	Vorbereit. 4	
Instandhaltungskosten in €	576.793	329.000	264.000	363.000	396.000	296.000
ICP-Kostenstromkosten in €						
Kapitalkosten in €						
Materialeinzelkosten in €	1.505.919	3.270.000	3.220.000	3.270.000	3.447.000	3.192.000
Personaleinzelkosten in €	6.300.000	3.985.000	4.200.000	3.950.000	4.110.000	4.725.000
Energiekosten in €	712.306	489.000	425.000	422.000	535.000	571.000
AZFKosten in €	142.440	110.000	110.000	110.000	107.000	102.000
Instandhaltungskosten in €	576.793	339.000	264.000	303.000	319.000	296.000
Gesamte Lackierkosten in €	12.752.208	10.000.000	9.990.000	10.715.000	10.948.000	10.140.000

Flächendurchsatz bezogener Energieverbrauch bei Pulverlackier-Anlagen

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Energieeffizienz im Alltagsgeschäft

Leitfaden: Checkliste

■ Gliederung nach Aufgabenbereichen

- Material/Einkauf
- Anlagentechnik
- Konstruktion
- Organisation
- Wartung
- Neubeschaffung

→ Wie gelangen die ermittelten Informationen zu dem jeweiligen Verantwortlichen?

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Energieeffizienz im Alltagsgeschäft

Vision

■ Datenbankbasierte Auswertung

- Hinterlegen des Maßnahmenkatalogs in einer Datenbank
- Bearbeitung der Checkliste
- Automatischer Vorschlag von Maßnahmen über Datenbankverknüpfung
- Integration in bestehende Verbesserungsorganisation der Unternehmen (Verantwortliche, Prozesse, Vorgehensweisen, Zeitplan, ...)
- Identifizierte Maßnahme gelangt per PUSH-Prinzip direkt zum Verantwortlichen

© Fraunhofer IPA

Fraunhofer
IPA

Energieeffizienz im Alltagsgeschäft

Fazit

- Zweistufige Vorgehensweise über spezifisches Pilotprojekt, bzgl. Produktionsprozess, erlaubt
 - unternehmensspezifische Anpassung
 - Sicherstellung der Übertragbarkeit der Ergebnisse
- Optimierung der Energieeffizienz ist nicht zentral einer Abteilung zuzuordnen, sondern betrifft verschiedene Unternehmensbereiche, daher
 - Aufsetzen eines interdisziplinären Teams
 - Integration in bestehende Verbesserungsorganisation
 - Sicherung und Weitergabe des Know-hows zur selbstständigen Fortführung der Optimierung
- Energieeffizienz ist ein wichtiger Schritt hin zur Ressourceneffizienz und zur nachhaltigen Produktion

© Fraunhofer IPA

Ansprechpartner

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Für Fragen, Kommentare und Anregungen
stehe ich Ihnen nun gerne zur Verfügung!

Dipl.-Ing. Marcus Dörr

Abteilung Nachhaltige Produktion und Qualität

Fraunhofer IPA
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart

Telefon: +49 (0) 711 / 970 - 1334
Fax: +49 (0) 711 / 970 - 1002
E-Mail: marcus.doerr@ipa.fraunhofer.de
Internet: www.ipa.fhg.de

© Fraunhofer IPA

ENERGIEEFFIZIENZ IN DER PRODUKTION

WERKZEUGE, METHODEN UND BEST-PRACTICE-
BEISPIELE ZUR NACHHALTIGEN SENKUNG DES
ENERGIEVERBRAUCHS IN DER PRODUKTION

Fraunhofer IPA Tagung
22. Mai 2012
Stuttgart