

## **Dynamisierte Energiemanagement- und Effizienzsysteme in der energieintensiven, rohstoffverarbeitenden Industrie und deren Auswirkungen auf den Energiebeschaffungsprozess**

**Autor: Dipl.-Ing. Florian Holzmann**

**Co-Autorin: Dr. Gerhild Hafner-Holzmann**

### **MGS Software GmbH**

Wickenburggasse 32/1  
A-8010 GRAZ  
AUSTRIA  
Tel.: +43 (0) 676-844174-180  
Fax: +43 (0) 316-711547-99  
[florian.holzmann@mgs.co.at](mailto:florian.holzmann@mgs.co.at)

### **Kurzfassung:**

In der grundstoffverarbeitenden Prozessindustrie wird Energie in unterschiedlichster Form in hohem Maße verbraucht. Energieverbrauch ist hier direkt mit hohen Kosten verbunden. Zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit und zur Erreichung und Einhaltung gesetzlicher Vorgaben ist es für diese Betriebe wichtig, genaue, aktuelle sowie auch historische Zahlen für den Energieeinsatz zu erhalten, um diese für Analysen, Planungen, Audits und Optimierungen einsetzen zu können.

Folgende Punkte werden basierend auf Beispielen aus der Zement- und Stahlindustrie erläutert:

- Gesetzliche Rahmenbedingungen
- Anforderungen an moderne Energiemanagementsysteme in der Schwerindustrie
- Stand der Technik
- Zukünftige Erfordernisse für die Energieplanung sowie –Beschaffung (Rechenbeispiel)
- Lösungsansätze

**Keywords:** Energiemanagement, Energieeffizienzrichtlinie, 2012/27/EU, ISO50001, Energieplanung

## 1 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Eine der fünf vorrangigen Strategien bzw. Schwerpunkte für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum der EU ist eine Einsparung des Primärenergiebedarfs. In diesem Rahmen haben sich die EU-Mitgliedsstaaten auf eine Einsparung von 20% bis 2020 geeinigt (EED; 2012/27/EU), welche am 4.12.2012 in Kraft getreten ist. Jeder Mitgliedsstaat hat entsprechend dieser Basis eine nationale Umsetzung beschlossen. Laut dem österreichischen Energieeffizienzgesetz (EEffG) gibt es eine Verpflichtung ein Energieaudit durchzuführen bzw. Energiemanagementsysteme für Unternehmen mit mehr als 250 Mitarbeitern oder einem Umsatz >50 Mio. Euro und einer Bilanzsumme >43 Mio. Euro einzuführen.

Die Herausforderung besteht im Kern darin, die EU-weite Energy Efficiency Directive (EED), das nationale Energieeffizienzgesetz (EEffG) respektive, in ein ISO 9001/ISO 50001 konformes Qualitätsmanagementsystem (QMS) bzw. deren prozedurale Umsetzung zu integrieren.

[1],[2],[3]

## 2 Anforderungen an moderne Energiemanagementsysteme in der Schwerindustrie

### 2.1 Datenerfassung, Analyse und Synthese

Um den hocheffizienten Energieeinsatz zu gewährleisten muss in Echtzeit eine exakte Soll/Ist Gegenüberstellung der verschiedenen Energieformen und Medien vorgenommen werden.

Primär werden in der Schwerindustrie folgende Medien erfasst und behandelt:

- Elektrische Energie
- Brennstoffe (kalorisches Öl-, Gas-, Kohle- oder Abfalläquivalent u.Ä.)
- Druckluft
- Wasser

Alle Medien müssen elektronisch in einem sinnvollen Zeitraster erfasst und in ein entsprechendes Äquivalent umgerechnet und zugeordnet werden.

Hier muss durch die Analyse der historischen Daten in Kombination mit geplanten Aktionen oder Stillständen eine optimale Fahrplanerstellung und damit Umwelt- und Kostenoptimierung gesichert sein. Der wesentliche Fokus liegt neben der korrekten und ISO 50001 konformen Datenerfassung und Auswertung auf der Erstellung von Algorithmen zur realitätsnahen, parametrierbaren und dynamisierten Abbildung der jeweiligen Produktionsprozesse. Zum Beispiel wird der Prozess der Zementproduktion von ca. 100.000 bis 150.000 Parametern bestimmt, welche als Variablen im elektronischen Leitsystem abgebildet sind. Der Großteil dieser Parameter ist allerdings nicht sichtbar sondern tritt nur im Falle einer Störung zu Tage. Für die verfahrenstechnische Prozesskontrolle sind ca. 1000 Parameter von Wichtigkeit. Hierbei besteht das Risiko der nicht-repräsentativen Produktionsdatenauswahl zur

Umsetzung in approximative Algorithmen. Das heißt, im schlimmsten Fall lässt sich die Komplexität der Zusammenhänge nicht sinnvoll abbilden.

## 2.2 Volkswirtschaftliche Aspekte

Wenn die Industrie bzw. Eigentümer von Produktionsanlagen erkennen, dass weitere Energieeinsparungen nur mit hohem Know-how möglich sind und sich dieser Einsatz auch rechnet, dann steigt mit dem Ausbildungsniveau im Betrieb auch der Einsatz von „intelligenter Technik“ und das Energieeinsparungspotential.

Zusätzlich ergeben sich durch die Umsetzung der EU Energieeffizienzrichtlinie beziehungsweise der jeweiligen nationalen Energieeffizienzgesetze positive volkswirtschaftliche Effekte durch Verringerung der Energieimporte und der damit verbundenen Verbesserung der Außenhandelsbilanzen, Erhöhung der Versorgungssicherheit, Entlastung des Arbeitsmarktes durch Schaffung von „Green Jobs“ im Energiedienstleistungsbereich und eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Unternehmen durch Kostensenkungen.

## 3 Stand der Technik

Die Erfassung von Prozessdaten und Leistungskennzahlen ist heute auch in konservativen Branchen Standard. Moderne Industriebetriebe sind in der Regel mit intelligenten Energiezählern - Smart-Metern - ausgestattet. Dabei stehen Echtzeitdaten der Groß-, Sub- und Einzelnetze bzw. Verbraucher zur Verfügung und ermöglichen bei intelligenter Datensynthese eine - im Vergleich zu konventionellen Zählermodellen - effizientere Netz- und Ressourcensteuerung. Die Grundlage für die einzelnen nationalen Smart Meter Gesetze bildet die Europäische Richtlinie zu Energieeffizienz und Energiedienstleistungen (EDL 2006/32/EG) Artikel 13. [2]

Die Datenanalyse findet durch Berechnungen in Softwareapplikationen statt, welche sich auf eine historische oder aktuelle (Echtzeit) Datenbasis stützt. Das heißt, dass die Datensynthese für zukünftige Energieverbrauchsszenarien bzw. Energiebeschaffungen (Fahrplan) ausschließlich auf Abschätzung und Simulation von Verbrauchsdaten basiert. Das ist für die energieintensive Schwerindustrie kein akzeptabler Zugang, da die Energiebeschaffung als kostenintensivstes Betriebsmittel durch ungenaue Prognose zum finanziellen Risiko- bzw. Unsicherheitsfaktor wird. Weiters benutzen marktübliche Energiemanagementsysteme proprietäre Hardware bzw. Software, das heißt Zählerhersteller A verkauft Zählerhardware welche nur mit Software des Herstellers A kompatibel ist bzw. vice versa, was für Großbetriebe ebenfalls ein unbefriedigendes Abhängigkeitsverhältnis darstellt und bei Upgrade des Systems in der Regel hohe Investitionskosten nach sich ziehen.

## **4 Zukünftige Erfordernisse für die Energieplanung und -beschaffung**

### **4.1 Prozessplanung**

Die kurzfristige, optimierte Prozessplanung basierend auf einer immer dynamischeren Auftragslage unter internationalem Kostendruck ist ein Primärziel von Produktionsbetrieben, ebenso wie ein Echtzeit- und prognostisches Energiemanagement sowie Planung des Energieverbrauches für stabile und dynamische Arbeitspunkte im Anlagenprozess in Abhängigkeit einer Vielzahl von frei konfigurierbaren Parametern wie Sortenwechsel, Produktwechsel, Produktionslinie, Anlagenwirkungsgrad (neu, alt), Anfahrprozesse, Einbrennprozesse, Wartungsvorgänge (geplante und ungeplante), etc.

### **4.2 Mediendiversifizierung und Normalisierung**

Ein wichtiges Thema in der Industrie ist die Behandlung von Verbräuchen und Erzeugnissen unterschiedlicher Medien.

Derzeitige Energiemanagementprodukte sind nicht in der Lage alle in einem Industriebetrieb erzeugten und verbrauchten Medien in einem System zu Erfassen und Abzubilden. Daher ist es notwendig Smart-Meter verschiedener Medien über nicht-proprietäre Schnittstellen anzubinden und zu Normalisieren. Zum Beispiel kann sich die Frage stellen: „Wieviel elektrische Energie muss man aufwenden um am Ende der Druckluftleitung eine bestimmte Luftmenge, unter bestimmten Druck unter Berücksichtigung aller Randbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Leckage) zur Verfügung stellen zu können?“

### **4.3 Prognose**

Am Ende der Prognose muss der korrekte Energiebedarfsfahrplan stehen. Abweichungen vom prognostizierten Fahrplan zum Ist-Fahrplan ziehen in der Regel Kostenrisiken nach sich (erforderliche Energiemengenausgleiche am Spot- und Ausgleichsenergiemarkt und die damit verbundenen Marktpreiserisiken).

Um eine korrekte Prognose des Energieverbrauchs erstellen zu können muss die lang-, mittel- und kurzfristige Produktion bekannt sein. Es müssen alle Parameter die Auswirkungen auf den Verbrauch haben berücksichtigt werden. Hierzu reicht die Auswertung historischer Daten nicht, da der Energiebedarf im Produktionsprozess der Stahl- oder Zementindustrie durch eine Vielzahl von Faktoren stark variieren kann. Beispielhaft seien hier das Wetter, welches Außentemperatur, Wasserstände für die Energieproduktion (Wasserkraftwerk), Luftfeuchte (Energiebedarf für die Trocknung der Rohmaterialien), etc. beeinflusst, oder auch der Abnutzungsgrad der Produktionsanlage angeführt.

Ein weiterer wesentlicher Punkt ist die Verlustanalyse, das heißt die intelligente Auswertung kaskadierter Zählerdaten um Verlustquellen zu identifizieren, mit ein zu berechnen und ggf. zu eliminieren.

#### **4.3.1 Fahrplananalyse und -synthese unter Berücksichtigung der direkten Auswirkungen der Prognose- und Fahrplangenaugigkeit auf Energiekosten**

Im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojektes „EMAPS“ (E-MAPS = Energy Monitoring And Processing System), ein in Entwicklung befindliches integratives Modul der Datenerfassungssoftware „XRangeEye | Lounge“ der Fa. MGS Software GmbH, werden und wurden elektrische Energieverbrauchs- und Bedarfsdaten mehrerer Jahre analysiert und mit oben genannten zusätzlich beeinflussenden Verbrauchsfaktoren korreliert. Das Forschungsprojekt ist noch nicht abgeschlossen und in der Analysebeziehungweise Testphase. Die vollständigen Testdaten stehen aus heutiger Sicht bis Mitte 2016 zur Verfügung. Abschluss des Projektes bzw. Marktreife ist für das 4. Quartal 2016 geplant.

Daraus konnten bisher Optimierungsszenarien simuliert werden. Diese wurden – beispielhaft - auf Bedarfsplanungsdaten eines klein- bis mittelgroßen Zementproduktionsunternehmens angewandt.

In weiterer Folge wurden der ursprüngliche Plan sowie die softwaretechnisch optimierte Bedarfsmeldung am Ausgleichsenergiemarkt für den jeweiligen Zeitraum bewertet und dem IST-Verbrauch gegenübergestellt. Aus Übersichtsgründen werden nur Daten eines Monats - April 2015 – dargestellt.

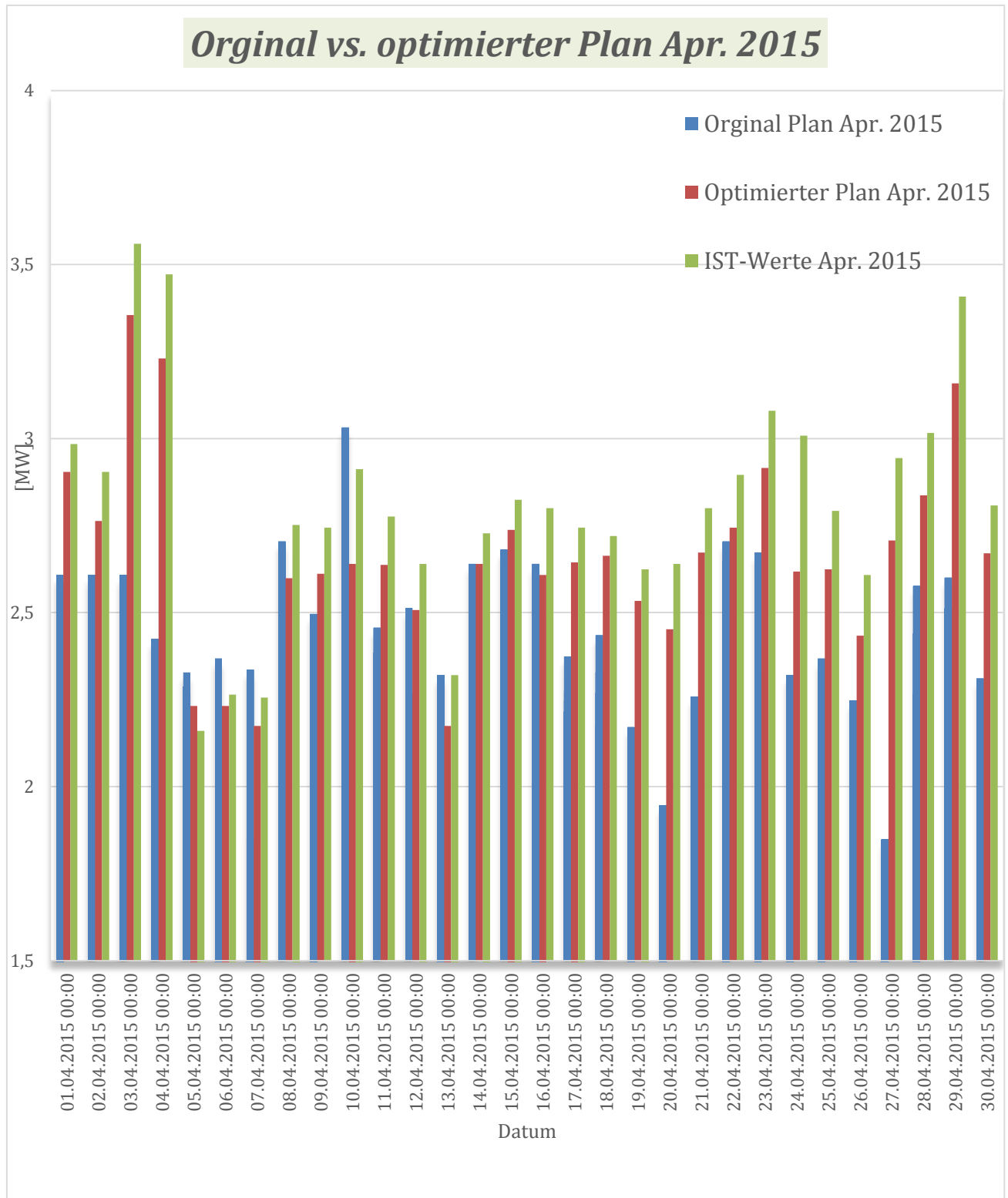
##### **4.3.1.1 Beispiel - Ausgleichsenergievergleichskosten:**

Bedarfsmeldung April 2015 [MWh]	1.404,599
IST Verbrauch April 2015 [MWh]	1.580,848
Ausgleichsenergiekosten [Euro]	5.340,49
Ausgleichsenergiekosten optimiert [Euro]	935,915
Ersparnis April	4.404,57

Die Ausgleichsenergiemengen wurden auf Basis der Ausgleichsenergiepreise, welche monatlich von der APCS (Power Clearing und Settlement Austria), der zentrale Verrechnungsstelle & Clearing Stelle von Ausgleichsenergie für die Teilnehmer des österreichischen Elektrizitätsmarktes, berechnet und zur Verfügung gestellt werden, bewertet und die Ergebnisse gegenübergestellt.

Mit der softwaretechnisch optimierten Bedarfsmeldung ergibt sich gegenüber einer herkömmlich prognostizierten Bedarfsmeldung auf Basis von historischen Istwerten in der Beispielrechnung allein im April eine Ersparnis an Ausgleichsenergiekosten von rd. 4.400 €.

4.3.1.2 Grafische Darstellung:



## 5 Zusammenfassung der Lösungsansätze

Mittels durchgängiger Erfassung der ganzheitlichen Produktions-, ERP- (Enterprise Resource Planning) und Energieverbrauchsdaten werden mittels Korrelation aus geeigneten Algorithmen entsprechende Leistungskennzahlen für die Verbrauchsprognose beziehungsweise den Energieeinkauf und -verkauf erstellt und einer entsprechender Verarbeitung und Darstellung zugeführt.

Algorithmen analysieren Energieverbräuche in produzierenden Betrieben nicht ausschließlich basierend auf aktuellen und historischen Zählerdaten, sondern ermöglichen dezidierte Auswertungen sowie Forecasts auf gewählte Produktionsbereiche oder Produktionssorten. Das heißt im Konkreten, dass basierend auf Schlüsselindikatoren der Produktion der Energieverbrauch für bestimmte Produkte, Produktpaletten oder Lose genau analysiert oder vorausberechnet werden kann und damit der Energieeinkauf optimiert werden kann.

Diese Art des Energiemanagements ermöglicht dem Benutzer eine optimierte Verbrauchs- und Bedarfsplanung, aufgrund der Verfügbarkeit aller aktuellen sowie historischen Prozessdaten und Parameter, Echtzeit-Energiemanagement und Planung des Energieverbrauches für stabile sowie dynamische Arbeitspunkte in Anlagenprozesse in Abhängigkeit einer Vielzahl von frei konfigurierbaren Parametern wie Sortenwechsel (z.B.: von höherwertiger Sorte auf niederwertigere Sorte und umgekehrt), Produktwechsel, Produktionslinie, Anlagenwirkungsgrad (neu, alt), Anfahrprozesse, Einbrennprozesse, Wartungsvorgänge (geplante und ungeplante), etc. automatisiert durchzuführen.

Dabei ist es notwendig nicht nur direkt erfassbare Energiezählerdaten zu nutzen, sondern zusätzlich verfahrenstechnische, errechnete („virtuelle“) Prozessparameter in das Gesamtsystem zu integrieren.

## 6 Quellen

- [1] Deutsche Bundesstelle f- Energieeffizienz, <http://www.bfee-online.de/bfee/>
- [2] Energy Efficiency, <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency>
- [3] BMWWF,  
<http://www.bmwwf.gv.at/EnergieUndBergbau/Energieeffizienz/Seiten/Energieeffizienz-Richtlinie.aspx>