

Energiekostenoptimierte Produktionsplanung und -steuerung (PPS) unter dem Aspekt der energetischen Sektorkopplung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Institut für
Technische Logistik und
Arbeitssysteme



Fraunhofer
IWU

SIND SIE MIT EINER AUFWÄNDIGEN PRODUKTIONSPLANUNG UND -STEUERUNG, MANGELNDEN DATENGRUNDLAGE UND ZUKÜNFTIGEN ANFORDERUNGEN AN ENERGIE- UND RESSOURCENEFFIZIENZ KONFRONTIERT?

VERMUTEN BZW. KENNEN SIE BEREITS MÖGLICHE EFFIZIENZPOTENTIALE EINER SEKTORÜBERGREIFENDEN ENERGIE- UND MEDIENVERSORGUNG?

MOTIVATION

WHY?

(Energie-)Effizienzmaßnahmen adressieren häufig nur in sich abgeschlossene und geplante Bereiche/Gewerke (z. B. Technologie – Logistik – Gebäudetechnik) der Produktion unter Vernachlässigung von Synergien.

Aktuelle Ansätze berücksichtigen Energieträger meist getrennt und beziehen sich in der Optimierung nahezu ausnahmslos auf Elektroenergie. Vereinzelt bestehen Ansätze, die die Nutzung der Prozessabwärme mittels Wärmetauscher berücksichtigen. Entscheidend werden **Querschnitts- und Schnittstellentechnologien** zur Integration verschiedener Bereiche sein (z. B. Wasserstoff).

Die Initiatoren gehen von einem **wesentlich höheren Effizienzsprung** aus, wenn Produktions- und Energieflüsse synergetisch in der Fabrik geplant und operativ gesteuert werden können.

Weitere Potenziale für eine höhere Ressourcen- und Energieeffizienz erschließen sich zukünftig vor allem auch durch Flexibilisierung von Energiebezug und ggf. -abgabe auf Basis volatiler Energiemarktpreise. Bisher sind diese Ansätze lediglich größeren Unternehmen vorbehalten. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) stellen jedoch den größten Anteil an der Wertschöpfung in der verarbeitenden Industrie in Deutschland. Sie sind zum einen überwiegend nicht von der EEG-Umlage befreit und zum anderen technisch/organisatorisch (noch) nicht in der Lage, derartige Potenziale zu nutzen.

LÖSUNGSANSATZ

WHAT?

Die ganzheitliche energetische Sektorkopplung in der Produktion (Produktionstechnik und -prozesse, Gebäude- und Medienversorgungstechnik und -prozesse, Intralogistikprozesse sowie -technik) soll gemeinsam über alle relevanten Einsatzfaktoren (Material, Elektroenergie/Druckluft, thermische Energie, chemische Energie) geplant und gesteuert werden, wodurch sich eine neue Stufe der Planungskomplexität ergibt.

Der Impact des Produktionsfaktors »Energie« ist in einem stufenweisen Ansatz zu untersuchen. Dabei werden energetische Einflüsse auf die Planung nicht mehr nur als starre Restriktionen auf Basis von Tarifen oder Energielieferverträgen berücksichtigt. Die Fabrik als energetischer Verbraucher soll befähigt werden, ihre Produktion als aktiv handelnder »Prosumer« am Energiemarkt an volatile Preisentwicklungen anpassen zu können und dadurch ein Geschäftsfeld zu erschließen. Insbesondere durch die angestrebte Novellierung der Energiebesteuerungsrichtlinie und die damit einhergehende CO₂-Bepreisung innerhalb des „European Green Deal“ macht hierbei einen forcierten Umgang mit regenerativen bzw. flexiblen Energietechnologien erforderlich.

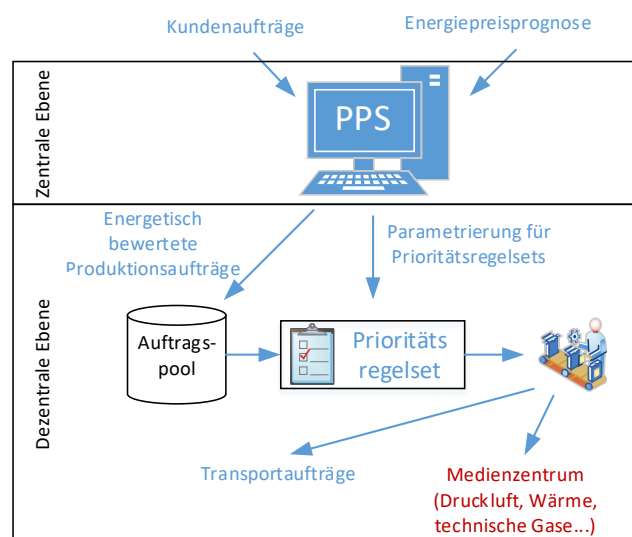
Auftretende Verlustenergien (z. B. Kühlabwärme) sollen an geeigneter Stelle innerhalb der Produktion genutzt werden, indem Unterschiede in Leistung und/oder Temperaturniveau bzw. zeitliche Diskrepanzen durch geeignete Technologien angeglichen werden:

- Einbeziehen aller energetischen Kennwerte von Maschinen und Anlagen in die PPS (Strom, Kühlung, Abwärme, Anforderungen an Aufstellort) im Implikationen auf Fabrikplanung
- Verknüpfung der energetischen Betrachtungen mit Gebäudetechnik
- Direkte und indirekte Nutzung von Verlustenergien/Abwärmern innerhalb der Fabrik
- Untersuchung des Einsatzes thermischer Speicher unterschiedlicher Temperaturniveaus
- Temperierung von Gebäudeteilen, Warmwasserbereitung
- Aufwertung von Abwärme: Strom aus Abwärme, Kälte aus Abwärme
- Nutzung von Wasserstoff als Querschnittstechnologie zur Integration der Sektoren:
 - Verstärkte Flexibilisierung der Energienachfrage innerhalb des »Prosumer-Ansatzes«, Aktive Teilnahme am Energiemarkt
 - Abwärme aus z. B. Elektrolyseuren integriert sich in das Abwärmekonzept

METHODISCHES VORGEHEN

HOW?

Eine zentralisierte Planung in größeren Produktionssystemen zur Optimierung produktionslogistischer Zielgrößen ist bereits durch eine hohe Komplexität gekennzeichnet, sodass in der Praxis i. A. keine akzeptable Berechnungsdauer erreicht wird. Die grundsätzliche Lösung des Problems besteht daher in der Dekomposition des Produktionssystems sowie Sequenzierung bzw. Splittung der Produktionsplanung und -steuerung in zentrale und dezentrale Hierarchieebenen.

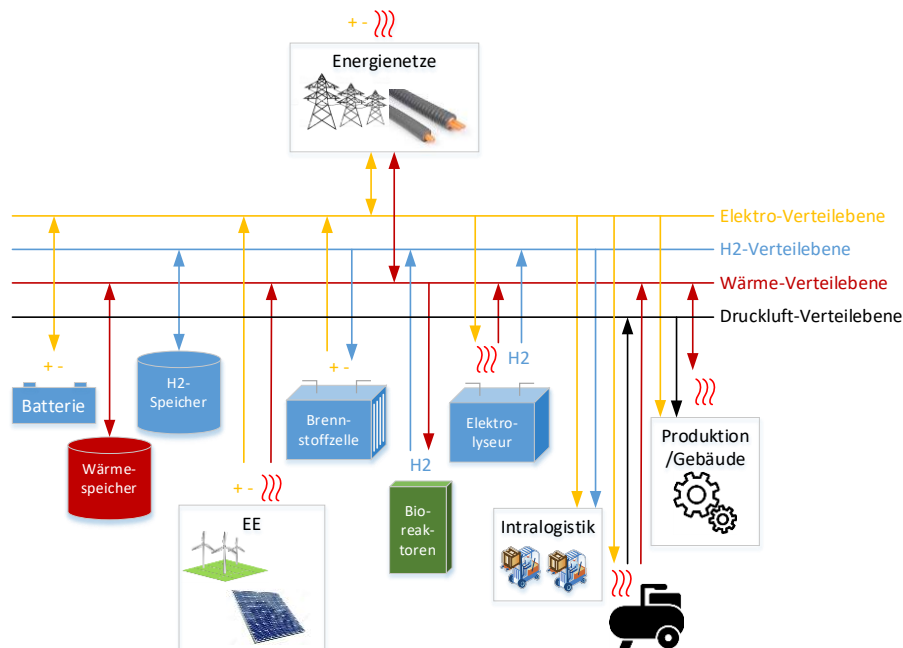


Zentral: Auf dieser Ebene erfolgt eine Vorplanung auf Basis produktionslogistischer und energetischer »Key Performance Indicators« (KPI) in Form der „Vor-Bewertung“ von Produktionsaufträgen basierend auf Prognosedaten des Energieangebotes und der -preise. Dazu stellt die zentrale Ebene die Parametrierung für ein dynamisches Prioritätsregelset zur Einlastung der Produktionsaufträge Verfügung. Dieses Regelset adressiert vorwiegend logistische aber auch energetische Zielgrößen, sodass eine Bewertung im Rahmen der logistischen Freiheitsgrade energie(kosten)optimiert erfolgt.

Dezentral: In den komplexitätsärmeren Produktionseinheiten bzw. -teilsystemen werden die Bewertungen der zentralen Vorplanung übernommen und operativ unter Berücksichtigung der logistisch-energetischen Bewertung und des akuten Energieangebotes auf die Anlagen bzw. Arbeitsplätze verteilt. Die operative Auftragsauswahl beginnt mit der Kapazitätsfreimeldung einer Anlage. Die Auswahl und Reihenfolgebildung erfolgt auf Basis des Prioritätsregelsets in Verbindung mit Heuristiken.

Die Steuerung der Medienzentrale sowie evtl. vorhandener mobiler Lösungen insbesondere für die Nachrüstung bereits bestehender Produktionsumgebungen erfolgt ebenfalls dezentral über Anmeldung von Energiebedarfen, die aus dem Produktionsprogramm hervorgehen. Die sektorale Integra-

tion einer Energiezentrale könnte beispielsweise wie in nachfolgender Abbildung abgebildet umgesetzt werden. Im Rahmen des Forschungsprojektes sind insbesondere für KMU relevante Technologiekombinationen zu identifizieren.



Ziele und Effekte

BENEFIT?

1. Identifizierung und Hebung weiterer Effizienzpotenziale durch Energie- und Ressourceneffizienzsteigerung über alle Produktionsfaktoren (Elektro, Wärme, Druckluft, Produktion/Material...), sodass Maßnahmen nicht nur punktuelle Verbesserungen bewirken, sondern zur Annäherung an ein globales Optimum für das gesamte Fabrikssystem dienen.
2. Erarbeitung eines Katalogs von geeigneten Speicher- und Energiewandlungstechnologien mit den zugehörigen Preis- und Leistungsdaten als Input für die energetische Seite der Optimierungssimulation.
3. Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Geschäftsmodellen – insbesondere für kleinere Unternehmen: Aktive Teilnahme an Energiemärkten durch z. B. Anbieten von Regelkapazität.
4. Befähigung von ERP (Enterprise Resource Planning) bzw. MES (Manufacturing Execution System) zum Umgang mit Leistungs- bzw. und Energie(kosten)daten und anknüpfend daran Steigerung der Adaptierbarkeit von Optimierungs-Solvern bzw. APS bei den mehrdimensionalen Anforderungen.

Ansprechpartner

WHO?

WENN SIE INTERESSE AN DER MITWIRKUNG, ANMERKUNGEN ODER FRAGEN HABEN, KOMMEN SIE AUF UNS ZU

KONTAKTIEREN SIE UNS UNTER

Martin Maiwald | Martin.Maiwald@tu-dresden.de | 0351 / 463-34345

Marian Süße | marian.suesse@iwu.fraunhofer.de | 0371 / 5397-1517