

# 1 Einleitung

Die „Energiewende“ ist seit Jahren ein bestimmendes Thema in der deutschen Öffentlichkeit. Die Bemühungen, einen möglichst großen Anteil des Energiebedarfes durch erneuerbare Energien abzudecken und eine Abkehr von der Atomkraft zu vollziehen, sind technisch wie organisatorisch herausfordernd und zugleich hochinnovativ. Des Weiteren spaltet die Energiewende die Gesellschaft in Deutschland wie wenige andere Themen. Gerade im Umfeld der deutschen Industrie mehren sich Stimmen, dass die steigenden Energiekosten „die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie schwächen und hiesige Arbeitsplätze gefährden“.<sup>1</sup>

Die öffentliche Diskussion verursacht einen Diskurs über das Thema und trägt somit, ob gewollt oder nicht, zu einem bewussteren Umgang mit Energie bei. Das Thema „Energieeffizienz“ ist in Privathaushalten wie auch bei Unternehmen und in der Wissenschaft in aller Munde.<sup>2</sup> Unternehmen möchten vor allem das wirtschaftliche Potenzial erschließen und sich einen Wettbewerbsvorteil verschaffen.<sup>3</sup> So werden **in vielen Unternehmen Energiemanagement-Systeme eingeführt** und Energieeffizienz-Maßnahmen beschlossen, wobei das wirtschaftliche Effizienzpotenzial dieser Maßnahmen noch längst nicht ausgeschöpft ist.<sup>4</sup>

Auf Netzseite bereiten vor allem die Integration der erneuerbaren Energieträger durch ihre fluktuierende Einspeisung und die fehlenden großtechnischen Speichermöglichkeiten die größten Probleme.<sup>5</sup> Netzbetreiber müssen immer größere Anstrengungen zum Erhalt der Netzfrequenz aufwenden. Von Seiten der Energiewirtschaft werden als Gegenmaßnahmen **flexible Energietarife oder Lastmanagement-Programme** entwickelt. Diese Maßnahmen weisen in Pilotprojekten in Deutschland und anderen Ländern bereits Erfolge auf.<sup>6</sup>

Offensichtlich ist, dass die Pilotprojekte in Deutschland vor allem auf Privathaushalte abzielen. Dies kann mit Studien aus der Energiewirtschaft begründet werden, die Lastmanagement-Potenziale in der deutschen Industrie als wesentlich geringer erachten als für die Sektoren Handel, Dienstleistungen und Privathaushalte - obwohl die verarbeitende Industrie mit 42 Prozent den weitaus größten Energieverbrauch in Deutschland aufweist.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> Handelsblatt 28.12.2012

<sup>2</sup> Schleidt 2012a, S. 8–10; Ernst 2012, S. 82–84; Görtz 2012a, S. 12–15; Görtz 2012b, S. 44–46; Herzog 2012, S. 16–17; Ott, Cramer 2009, S. 1018–1023

<sup>3</sup> Hartmann, Greven, Jaeger 2009, S. 70–71

<sup>4</sup> Deutsche Energie-Agentur 18.09.2012; Krewitt, Nienhaus 2009

<sup>5</sup> Schwab 2009, S. 34

<sup>6</sup> B.A.U.M. Consult GmbH 2012; U.S. Department of Energy 2006, S. 32; Klobasa 2007, S. 101; Ifland, Exner, Westermann 2011, S. 1–6

<sup>7</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2013, Tabelle 7 und 7a

Das Gesamtpotenzial zum Lastmanagement in der Industrie wurde 2007 von KLOBASA auf etwa 2,8 GW geschätzt.<sup>8</sup> Im Vergleich dazu wiesen die Haushalte ein Potenzial von 24,5 GW auf.<sup>9</sup> Das geringe Industriepotenzial begründet sich in dem geringen Lastmanagement-Potenzial, das in den wertschöpfenden Bereichen produzierender Unternehmen vermutet wird. Dabei wird aber regelmäßig außer Acht gelassen, dass auch in der kurzfristigen Anpassung der Produktionsprozesse Möglichkeiten der Beeinflussung des Lastverhaltens bestehen. Die Erkenntnis, dass in den industriellen Bereichen mehr Potenzial ausschöpfbar sein muss, ist auch in den so genannten deutschen Modellprojekten erlangt worden.<sup>10</sup>

Da die Lastmanagement-Diskussion beinahe vollständig aus der Perspektive der Energiewirtschaft geführt wird, bleibt unberücksichtigt, **dass es produzierenden Unternehmen an geeigneten Werkzeugen fehlt, das eigene Lastmanagement-Potenzial auch tatsächlich auszuschöpfen**. Gerade in der Stückgutfertigung, die auch in energieintensiven Branchen wie der Aluminiumwalzband-Herstellung Verwendung findet, sind Potenziale vorhanden, die heute aufgrund mangelnder Methoden nicht gehoben werden. Die größten deutschen Energieverbraucher in diesen Branchen sind zwar bereits auf dem Weg ihre eigenen Energiebedarfe unter Nutzung eigener Lösungen besser zu kontrollieren und in Absprache mit den Energieversorgungsunternehmen (EVU) zu planen, jedoch fehlen übertragbare, geeignete Methoden nahezu vollständig.

Dabei haben produzierende Unternehmen auch ein Eigeninteresse daran, Lastmanagement erfolgreich(er) zu praktizieren, denn die Kosten für Lastspitzen, Pönalen bei der Überschreitung des Fahrplans und steigende Energiekosten belasten den Gewinn. Der nachhaltige Umgang mit Ressourcen bietet zudem weitere Vorteile: Steuerrückerstattungen und Subventionen, eine geringere Umweltschädigung und ein positives Image bringen einem Unternehmen kurz- oder langfristig monetären Nutzen (vgl. Abbildung 1). Die genannten Vorteile erkennen immer mehr produzierende Unternehmen und so ist gerade **seit Einführung der ISO 50001 im April 2012 eine stark steigende Tendenz der Einführung sog. Energiemanagement-Systeme** in der Industrie zu erkennen.<sup>11</sup>

Die Norm gibt produzierenden Unternehmen Handlungsleitlinien vor, wie das Energiemanagement organisatorisch und systematisch in einem Unternehmen umgesetzt wird. Allerdings **liefert die Norm nur wenige bis keine Hinweise**, wie ein Unternehmen Werkzeuge wie Lastmanagement einsetzen oder **wie solche Werkzeuge operativ auszugestalten sind**.

An dieser Stelle setzt die vorliegende Dissertation an.

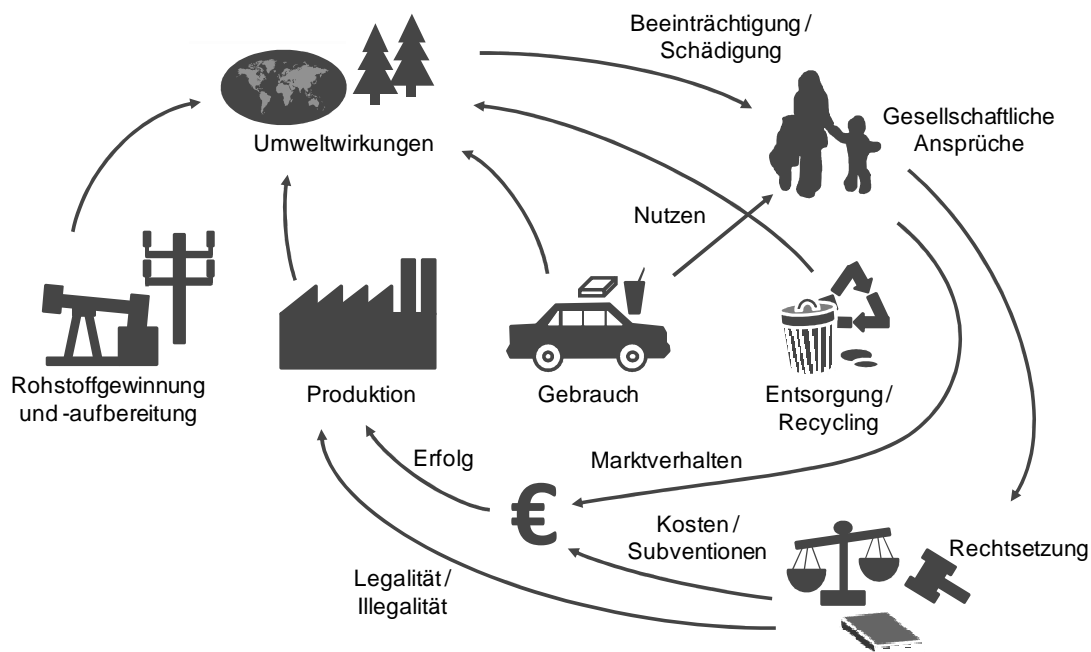
---

<sup>8</sup> Klobasa 2007, S. 85. Die Ergebnisse von KLOBASA finden für weitere Studien Anwendung und werden u.a. vom VDE übernommen, siehe z.B. Schäfers 2010, S. 35; Styczynski 07.04.2011 oder von Roon, Gobmaier Dezember 2010

<sup>9</sup> Styczynski 07.04.2011; von Roon, Gobmaier Dezember 2010

<sup>10</sup> B.A.U.M. Consult GmbH 2012, S. 36

<sup>11</sup> Bundesministerium für Umwelt 2012



**Abbildung 1: Wechselwirkungen zwischen Produktion, Umwelt und Gesellschaft, i.A.a. LÖFFLER und MÜLLER<sup>12</sup>**

Das Ziel der vorliegenden Dissertation besteht darin, ein **Konzept** für produzierende Unternehmen der Stückgutfertigung zu entwickeln, das es ermöglicht, **den eigenen Strombedarf durch die gezielte Steuerung und Regelung der industriellen Produktionsprozesse** zu beeinflussen, um letztlich Kosten zu sparen und günstiger produzieren zu können. Zudem soll das Konzept auch die zukünftigen Herausforderungen wie preis- und anreizbasierte Lastmanagement-Programme der Energiewirtschaft berücksichtigen, damit ein Unternehmen Bonuszahlungen für kurzfristige Lastabwürfe realisieren oder Pönalen für die Abweichung von der abgefragten Leistung vermeiden kann. Das zu entwickelnde Konzept soll daher als ein Werkzeug verstanden werden, mit dem Unternehmen **sowohl aktiv Verschwendung in Form von Energiekosten oder entgangenen Bonuszahlungen vermeiden** als auch die **Inhalte der Norm ISO 50001 ausgestalten** können.

Der erste Schritt, die Erweiterung der Maschinenbelegungsplanung um eine präventive Energieplanung ist eine notwendige Voraussetzung, um Lastspitzen zu verhindern und Energieverbräuche aktiv zu planen. Dieses Vorgehen allein greift an dieser Stelle allerdings zu kurz. Gerade die **Sichtweise aus den Qualitätswissenschaften mit der Grundstruktur der Qualitätsregelkreise** bietet mit ihren Methoden und Werkzeugen der Überprüfung, Überwachung und Regelung von Prozessen geeignete Ansatzpunkte, um eine kurzfristige Reaktionsfähigkeit einer Produktion und den effizienten Einsatz von Ressourcen sicherzustellen. Denn Störgrößen wie Qualitätsmängel und Maschinendefekte sowie neue Umwelteinflüsse wie kurzfristige Energietarife oder Lastmanagement-Programme verlangen nach einem Konzept, das eine kurzfristige Reaktion und Anpassung der Abläufe auf den Energiestatus der Produktionsprozesse erlaubt.

<sup>12</sup> Löffler 2003, S. 6; Müller 2009, S. 1

In Anlehnung an Qualitätsregelkreise in produzierenden Unternehmen wird das Konzept „**Energieregelskreis**“ bezeichnet und bedient sich in seiner Ausgestaltung an Elementen und Werkzeugen des Energie- und Qualitätsmanagements sowie der Produktionssteuerung.

Ein Unternehmen soll mit dem Konzept in die Lage versetzt werden, eine kostenoptimale Entscheidung aus wertschöpfender Produktion und Berücksichtigung des Strombedarfes zu treffen. So folgt der wissenschaftliche Forschungsprozess dieser Arbeit der übergeordneten Forschungsfrage: „**Können die Produktionskosten durch einen Energieregelskreis in der Produktionssteuerung und -regelung gesenkt werden?**“

Der Fokus der vorliegenden Arbeit liegt auf der industriellen Stückgutfertigung wie sie mit nicht-kontinuierlichen Prozessen zum Beispiel die Produktion in der Metallerzeugung und -bearbeitung, dem Automobilbau, der Luft- und Raumfahrt oder dem Maschinen und Anlagenbau dominiert. Branchen mit vorwiegend kontinuierlichen Produktionsprozessen wie die Chemieindustrie sind kein Anwendungsgebiet, da hier andere Verfahren und Methoden der Steuerung und Regelung von Produktionsprozessen vorherrschen, die nicht Forschungsfeld der vorliegenden Dissertation sind.