

## Energy Efficiency and Demand Response Potentials of Forming Fabric Production for Paper Machines - A Case Study (Master thesis)

Autor: Lorenz Mueller  
Erstprüfer: Univ.-Prof. Dr.-Ing Aaron Praktiknjo  
Betreuung: Stefan Scharl, M. Sc.; Stefanie Barth, M. Sc.

### Kurzfassung

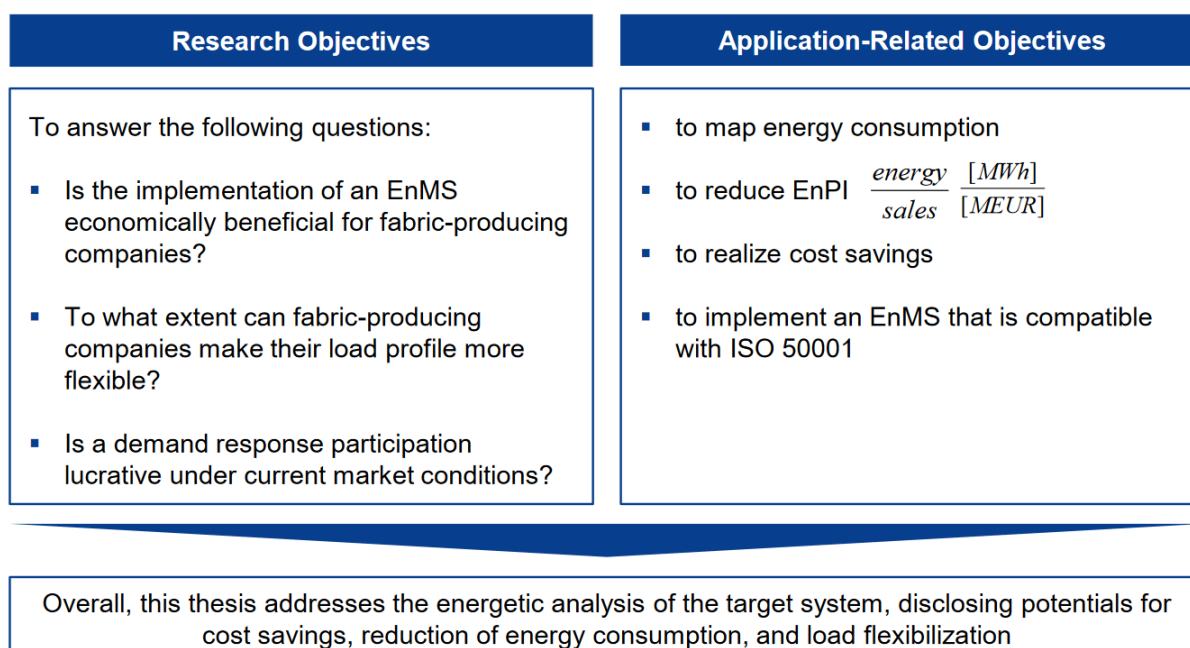
Angesichts der dringenden Notwendigkeit, Maßnahmen gegen den Klimawandel zu ergreifen, hat eine nachhaltigere Energienutzung in der Öffentlichkeit zunehmend an Aufmerksamkeit gewonnen. Neben den Umweltaspekten betonen die europäischen Behörden den Beitrag einer vernünftigen Energienutzung zur Versorgungssicherheit und zum Wirtschaftswachstum. Folglich haben sich die politischen Absichten in den rechtlichen Rahmen eingefügt. Zwei Ansätze, die diese Herausforderungen angehen, werden in der europäischen Richtlinie 2012/27/EU namentlich erwähnt: Energieeffizienz und Nachfragesteuerung (Europäisches Parlament und Rat, 2012). Da der Industrie- und Gewerbesektor für einen Großteil des weltweiten Energieverbrauchs verantwortlich ist (U.S. Energy Information Administration, 2016), sind ihm gesetzliche Verpflichtungen auferlegt worden (Bund, 2014; BAFA, 2016). Neben der Einhaltung dieser Verpflichtungen sind Energiemanagement-Aktivitäten ein Instrument zur Erschließung wirtschaftlicher Potenziale. Diese umfassen sowohl direkte wirtschaftliche Vorteile, wie z. B. reduzierte Stromkosten, als auch indirekte Vorteile, wie z. B. erhöhte Wettbewerbsfähigkeit oder Arbeits- und Zeiteinsparungen (Mills und Rosenfeld, 1996).

Im Rahmen eines Projekts über ein Papiermaschinenunternehmen wird die Energieleistung einer Produktionsanlage untersucht. Die betrachtete Anlage stellt Formiersiebe für die Papiermaschinenindustrie her. In der Vergangenheit wurden bereits Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz auf der Grundlage von externen Energieaudits oder der Auswertung einzelner Energiesensoren durchgeführt. Beispiele hierfür sind die Umrüstung auf LED-Beleuchtung oder die Reduzierung der Nachlaufzeit von Absauganlagen. Als Voraussetzung für weitere Aktivitäten wurde es als notwendig erachtet, mehr Transparenz über den Energieeinsatz zu schaffen. So wurde ein Energiemonitoring-System installiert. Mit Hilfe dieser Daten wird eine genauere Grundlage für weitere Energieaktivitäten geschaffen.

Vor dem Hintergrund der strengeren Energieanforderungen sind die Unternehmen gezwungen, ihre Produktionsprozesse zu überdenken. Um dies in die Tat umzusetzen, muss die Absicht, die Energiebilanz zu verbessern, auf betriebliche Maßnahmen heruntergebrochen werden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, energetische Verbesserungspotenziale der betrachteten Anlage zu identifizieren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Energieeffizienz und Demand Response. Energieeffizienz führt zu reduzierten Betriebskosten und einem verbesserten Bewusstsein für Energiekosten (Siemens, 2016a: 47). Demand Response hingegen kann Spitzenlasten reduzieren und die Anlagenauslastung erhöhen. Außerdem können flexible Lasten genutzt werden, um variable Preise auszunutzen. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene stellen sie einen virtuellen Stromspeicher dar und können die Stabilisierung des Netzes unterstützen (Wietschel und Ullrich, 2015: 417).

Der interne Antrieb für die Einführung eines Energieüberwachungssystems basiert auf den strategischen Energiezielen des Unternehmens. Diese werden anhand eines Energieleistungsindikators gemessen, der den Energieverbrauch ins Verhältnis zum Umsatz setzt. Innerhalb eines bestimmten Zeitraums soll dieser Indikator um 20 % gesenkt werden. Um die derzeitige Effizienzlücke vollständig zu schließen, muss der jährliche Energieverbrauch auf der Grundlage des Verbrauchs im Geschäftsjahr 2015/16 und unter der Annahme eines gleichbleibenden Umsatzes um rund 284 MWh oder 7,9 % weiter gesenkt werden. Das Überwachungssystem ist jedoch nur ein Teil der noch nicht ergriffenen Maßnahmen und dürfte die Lücke nicht allein schließen.

Ein weiteres Ziel des Projekts ist die automatische Generierung des auftragsbezogenen Energieverbrauchs der Endprodukte. Dieser Output wird den Gesamtenergieverbrauch [kWh] zusammenfassen, der sich aus der direkt an den Maschinen verbrauchten Energie und einem Anteil an den Energiegemeinkosten zusammensetzt. Abbildung 1.1 fasst die Ziele dieser Arbeit zusammen.



**Abbildung 1.1: Ziel der Arbeit**

## Abstract

Due to the urgent need for action on climate change, a more sustainable use of energy has been gaining increasing public attention. Apart from environmental aspects, the European authorities highlight the contribution of a reasonable energy use to the security of supply and to economic growth. Consequently, political intentions have been diffusing into legal frameworks. Two approaches addressing these challenges are mentioned by name in the European Directive 2012/27/EU: Energy Efficiency and Demand Response (European Parliament and Council, 2012). As the industrial and commercial sector is responsible for a major part of global energy use (U.S. Energy Information Administration, 2016), it has become subject to legal obligations (Bund, 2014; BAFA, 2016). In addition to the compliance with such obligations,

energy management activities are a tool for exploiting economic potentials. These include direct economic benefits, such as reduced electricity costs, as well as indirect benefits, such as increased competitiveness or labor and time savings (Mills and Rosenfeld, 1996).

Within a project on a paper machine company, the energy performance of a production facility is examined. The considered plant produces forming fabrics for the paper machine industry. Energy performance measures had already been implemented in the past based on external energy audits or the evaluation of individual energy sensors. Examples include re-equipping to LED lighting or a reduction of the overrun time of suction devices. As a precondition for further activities, it was considered necessary to achieve more transparency regarding the energy use. Thus, an energy monitoring system was installed. With the help of these data, a more accurate foundation for further energy activities is being created.

Against the background of more stringent energy requirements, companies are being forced to rethink their production processes. To translate this into action, the intention of improving the energy performance needs to be broken down into operational measures. Thus, the target of the current work is to identify energy improvement potentials of the considered plant. The focus is on energy efficiency and demand response. Energy efficiency leads to reduced operating costs and an improved awareness of energy costs (Siemens, 2016a: 47). Demand response, on the other hand, can reduce peak loads and increase the equipment utilization. Moreover, flexible loads can be leveraged to exploit variable prices. On a macroeconomic level, they represent a virtual electricity storage and can support the stabilizing of the grid (Wietschel and Ullrich, 2015: 417).

The internal driver for implementing an energy monitoring system is based on the company's strategic energy targets. These are measured on an energy performance indicator which divides energy use by sales. Within a defined period, this indicator is to be reduced by 20%. For completely closing the current efficiency gap, the annual energy consumption needs to be further reduced by about 284 MWh or 7.9%, based on fiscal year 2015/16 consumption and assuming a static turnover. However, the monitoring system is only part of the measures undertaken and is not expected to close the gap solely by itself.

Another target of the project is to automatically generate the work order-related energy consumption of final products. This output will summarize the total energy consumption [kWh], consisting of the direct energy used on the machines and a share of the energy overheads. Figure 1.1 summarizes the objectives of this thesis.

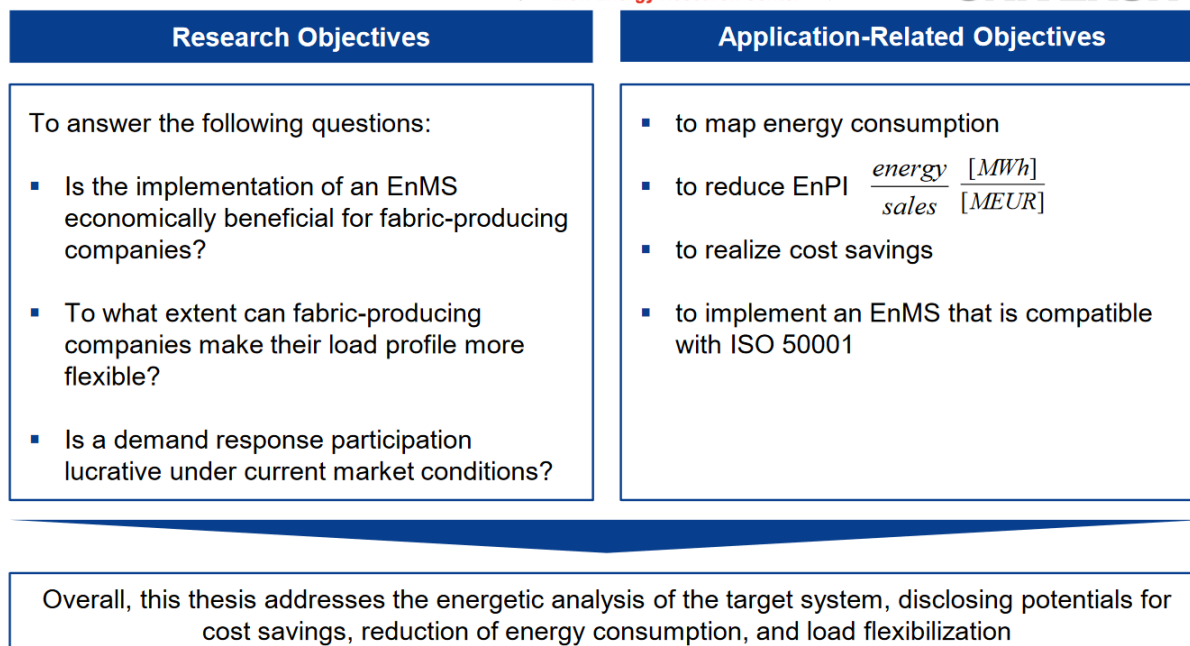


Figure 1.1: Target of the Current Work