

Kurzbericht zum
Verbundforschungsprojekt
Green Warehouse

(Abschlussbericht)

Gefördert durch das Ministerium für Fi-
nanzen und Wirtschaft
Baden-Württemberg

Ansprechpartner

Hochschule Mannheim
Prof. Dr. Michael Hauth
Paul-Wittsack-Straße 3
68163 Mannheim
m.hauth@hs-mannheim.de

in Kooperation mit

- Aberle GmbH & CO. KG
- PPI-Informatik Dr. Prautsch & Partner
- Firma LSU Schäberle
- Logistik und Spedition GmbH & Co. KG

1 Ziel des Vorhabens

Die Frage nach der Energieeffizienz von Logistikzentren wird von Anwender immer dringender gestellt. Das Forschungsprojekt vereint zwei wesentliche Fragestellungen:

1. Wie kann Energieeffizienz zuverlässig gemessen werden?
2. Welche Einflussmöglichkeiten hat die logistische Steuerung z.B. die Kommissionierstrategie auf die Energieeffizienz?

Beide Fragestellungen werden in einem Energieleitstand zusammengeführt. Die Grundlage für den Energieleitstand sind Modelle zur Steuerung des Energieverbrauchs in Abhängigkeit von der logistischen Leistung. Hierbei besteht das Ziel, die Wirkungszusammenhänge zwischen der logistischen Leistung (Output) und dem Energieverbrauch (Input) anhand von Bestandsanlagen zu analysieren und in sinnvolle Transformationsgleichungen zu fassen. Die entwickelten Steuerungskonzepte (Modelle) werden anschließend in ein Simulationsmodell überführt, um aus den logistischen Anforderungen (Aufträge, Termine, etc.) eine energetisch optimale Betriebsstrategie zu ermitteln, ohne dabei die logistische Leistungsfähigkeit zu beeinträchtigen. Besteht ein solches Simulationstool kann darauf aufbauend die „Energieeffizienzklasse“ eines Logistikzentrums ermittelt werden. Ziel ist hierbei zukünftig ein Energieeffizienz-Klassifikationssystem für Logistikzentren zu entwickeln - ähnlich wie bei Haushaltsgeräten..

Der Energieleitstand ermöglicht es den Anwendern und insbesondere den in Baden-Württemberg stark vertretenen Intralogistik-Anbietern ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

2 Projektinhalte und -durchführung

Die wesentlichen Arbeitspunkte im Projekt, die gemeinsam mit den Industriepartner durchgeführt wurden, waren:

MS1	
Leistungsfähigkeit der CPU auf 10 Signalverarbeitungen/s und bezüglich ihrer Signalverarbeitungszeit auf <7 ms erfolgreich auf grundsätzliche Machbarkeit vorgeklärt.	
MS2	
Referenzanlage zur Beurteilung der mathematischen Modellierbarkeit erfolgreich geprüft und damit wesentliche Abbildung der logistischen Vorgänge über mathematische Gleichungen komplett ermöglicht.	
MS3	
Erforderlicher Detaillierungsgrad der Modelle ermittelt und daraus Laufzeitverhalten abgeschätzt. Die Schätzungen zur Laufzeit der Modelle erlauben eine Vorhersage zur Modelllaufzeit (Simulationsdauer) im Bereich von $\pm 10\%$. Dieser Meilenstein ist erreicht, wenn der Detaillierungsgrad der Modellbausteine und damit erstellter Simulationsmodelle alle wesentlichen Prozesse der abzubildenden Anlage abdeckt.	
MS4	
Kommunikationsstruktur und Energieleitstand erfolgreich realisiert und bidirektionale Signallaufzeit ~ 10 ms sowie Signalverarbeitungszeit < 7 ms sichergestellt.	
MS5	

	Einflusswirkungsdiagramm und Energieeffizienzklassen erfolgreich realisiert und Energieverbrauch in den Bereichen kW/Palette etc. gemessen und daraus Einstufung im Energiepass abgeleitet.
MS6	
	Modellierungsverfahren und Schnittstellen zum Energieleitstand erfolgreich realisiert. Dieser Meilenstein ist erreicht, wenn die Kommunikation mit den Komponenten des Energieleitstands technisch realisiert und testbereit ist.
MS7	
	Präsentation von Lösungsskizzen für interne Prozesskommunikation, Signalein- und -ausgabe, Simulationsebene und Bedienerinterface.
MS8	
	Feldtest der Elemente bei Partnern im Netzwerk, d.h. Interne Prozesskommunikation, Signalein- und -ausgabe, Simulationsebene und Bedienerinterface.
MS9	
	Konzept eines Energieleitstands erstellt und mit den spezifischen Kenngrößen, wie z.B. kW/Palette etc. unterlegt.

3 Projektergebnisse

Messung der Energieeffizienz

In allen untersuchten Logistikzentren gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Energie-, Personal- und Flächeneinsatz, sowie der Logistischen Leistung (Wareneingangs- und -ausgangspositionen, usw.). Die Effizienz eines Logistikzentrums kann nun gesichert berechnet werden. Aus den Untersuchungen kann der Trade-off zwischen Automatisierung (höher Energieeinsatz) und manuell betriebenen Lager festgestellt werden. Effizienz-Benchmarks können für alle Logistikzentren ermittelt werden.

Energieleitstand für Logistikzentren

Die Erkenntnisse des Projekts hinsichtlich Anbindung der Haustechnik konnten in einem bestehenden Warehouse Management Produkt erfolgreich implementiert werden. Automatisiert können jetzt Bereiche je nach logistischem Bedarf mit Licht, Druckluft und Wärme versorgt werden, um so den Energieverbrauch zu reduzieren.

Im Rahmen des Projekts wurde eine neue Kommissionierstrategie entwickelt, welche die Wege und den Energieverbrauch in Logistikzentren nachweislich um bis zu 40% reduziert - gemessen mit der dafür entwickelten Messmethode. Die Implementierung kann auf einfache Weise in ein bestehendes Warehouse Management erfolgen.

Der entwickelte Demonstrator (siehe Abbildung 3.1) für den Energieleitstand wurde auf der LogiMAT 2014 in Stuttgart und der CEMAT 2014 in Hannover gezeigt und ist auf reges Interesse gestoßen.

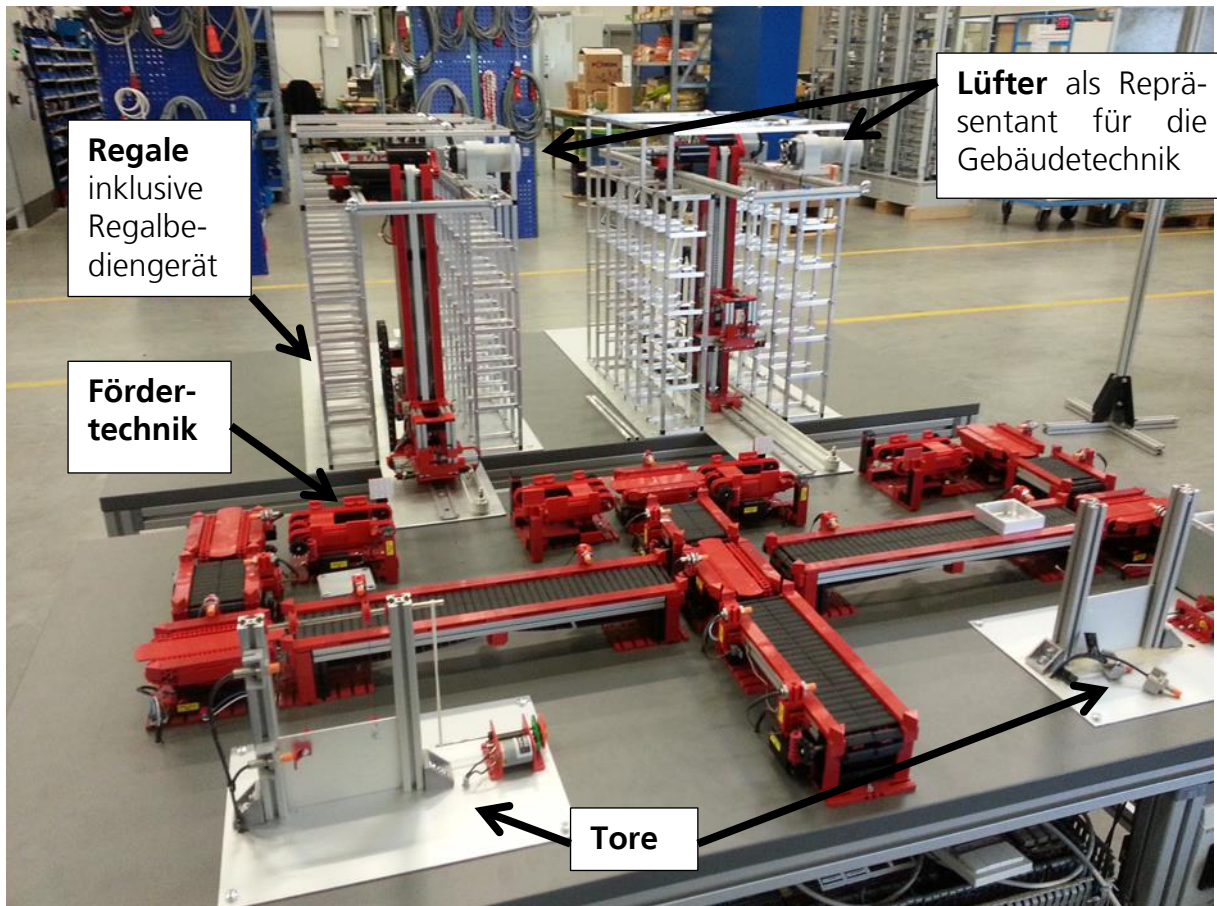


Abbildung 3.1: Demonstrator für den Energieleitstand. Bild: Michael Hauth.

4 Anwendungsfelder

Das Projekt zeigt deutlich die Energieeinsparungspotenziale in Logistikzentren auf. Die entwickelte Messmethode ist universell und kann auch für Produktionsbetriebe übernommen werden.

Die Erkenntnisse können die aktuelle Diskussion über die Weiterentwicklung der Energieeinsparverordnung (EnEV) beeinflussen. Die bisherigen Regelungen zur Energieeinsparung, insbesondere die Energieeinsparverordnung (EnEV), wurden für geschlossene Gebäude entwickelt. Eine Logistik-Immobilie bzw. ein Logistikzentrum hat als Ziel den Warenumschlag, d.h. Zugänge und Abgänge von Waren durch Tore, sowie die Lagerung von Waren. Die Notwendigkeit von offenen Toren stellen einen klaren Widerspruch zu der Fiktion eines geschlossenen Gebäudes der EnEV dar. Nur wenn in einem Logistikzentrum kein Warenumschlag stattfindet, sind die Kriterien der EnEV erfüllbar.

Die in diesem Projekt entwickelte Methode zur Messung des Energieverbrauchs in Abhängigkeit der Logistischen Leistung – Indikator für die Häufigkeit der Toröffnungen – kann einen wichtigen Impuls für die Weiterentwicklung der EnEV liefern.