

BERECHNUNGSMODELL ZUR QUANTIFIZIERUNG DES STROMVERBRAUCHS VON ELEKTROMOTORENSYSTEMEN AM BEISPIEL DER DRUCKLUFT

Ulf LINDNER¹, Peter RADGEN²

Inhalt

Relevanz der Themenstellung

Der Stromverbrauch der Industrie in Deutschland betrug im Jahr 2017 nach Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen circa 228 TWh [1]. Elektromotorensysteme leisten dabei einen bedeutenden Beitrag zum Stromverbrauch der deutschen Industrie. 68% des Stromverbrauches der deutschen Industrie entfallen auf die Elektromotorensysteme [2, S.127]. Fleiter geht davon aus, dass die wirtschaftlichen Einsparpotentiale der Industrie bis 2035 im Strombereich 12,7% betragen [3]. Das entspricht einem Einsparpotential von 19,7 TWh aller Elektromotorensysteme.

Druckluftsysteme leisten dabei einen Beitrag zum Stromverbrauch von Elektromotorensystemen. Seit der Studie von Radgen & Blaustein aus dem Jahr 2001 [4] wurden nur wenige weitere Analysen zum Stromverbrauch von Druckluftsystemen vorgenommen. Laut dieser Studie verbrauchten Druckluftsysteme in Deutschland 14 TWh oder 7% des industriellen Stromverbrauchs. Die aktuellen Zahlen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen weisen für das Jahr 2017 einen Stromverbrauch für die Druckluftherzeugung von 15,4 TWh in Deutschland aus. Dies entspricht einem Anteil von 6,7% des industriellen Stromverbrauchs [1].

Die verstärkte Automatisierung in Fertigungsbetrieben auf der einen Seite, effizientere Motoren und eine gestiegene Berücksichtigung und Wahrnehmung von Verlusten durch Leckagen auf der anderen Seite, werfen die Frage auf, ob der Stromverbrauch von Druckluftsystemen in Deutschland im Zeitraum von 2001 bis 2017 tatsächlich um 1,4 TWh angestiegen ist. Interessant ist die Fragestellung daher nach dem aktuellen Anteil des Stromverbrauchs von Druckluftsystemen. Für die Initiierung von Forschungsanstrengungen und Maßnahmen für die Industrie, wie beispielsweise einer verbesserten Leckagedetektion im Druckluftnetz oder einer verbesserten Druckluftaufbereitung zur Steigerung der Energieeffizienz von Druckluftsystemen, spielt der Stromverbrauch dieser Systeme eine wichtige Rolle.

Problemstellung

Die meist fehlende Verfügbarkeit von Daten für die Druckluftsysteme erschwert die Analyse des Gesamtstromverbrauchs von Druckluftsystemen. In nur wenigen Betrieben existieren separate Messungen für den Stromverbrauch dieser Druckluftsysteme. Zusätzlich ist die Gewinnung der Daten aus den Betrieben mit einem großen Aufwand verbunden. Die bisher veröffentlichten Werte zum Stromverbrauch von Druckluftsystemen beruhen in vielen Fällen auf Schätzungen, Expertenbefragungen oder Fortschreibungen früherer Erhebungen [5]. Eine nachvollziehbare Berechnung des Stromverbrauchs von Druckluftsystemen wird heutzutage noch nicht durchgeführt. Lediglich Radgen & Blaustein [4] haben im Rahmen der EU Studie den Verbrauch mit Hilfe eines entsprechenden Modells ermittelt, wobei auch hier die Datenbasis zur Ermittlung relevanter Inputparameter beschränkt war.

¹ Universität Stuttgart – IER (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Heßbrühlstraße 49a, 70174 Stuttgart, +49711 685 87885, ulf.lindner@ier.uni-stuttgart.de, www.ier.uni-stuttgart.de/

² Universität Stuttgart – IER (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Heßbrühlstraße 49a, 70174 Stuttgart, +49711 685 87877, peter.radgen@ier.uni-stuttgart.de, www.ier.uni-stuttgart.de/

Methodik

Das Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Modells bzw. eines Verfahrens zur einfachen und kontinuierlichen Analyse des Stromverbrauchs von Druckluft- und später auch anderen Elektromotorsystemen. Mit Hilfe der, aus den Sozialwissenschaften oder aus der energetischen Beurteilung von Gebäudebeständen bekannten Kohortenanalyse folgt das Modell einem Top-Down-Ansatz, wie er schon bei Radgen & Blaustein [4] verwendet wurde. Das hier entwickelte Modell verbessert die Bestimmung des Stromverbrauchs, da es deutlich genauer zwischen den Leistungsklassen der einzelnen Druckluftsysteme unterscheidet und branchenspezifische Betriebsstundenmodelle berücksichtigt³. Außerdem bezieht das Modell einen Leistungsfaktor mit ein, der die tatsächlich aufgenommene elektrische Energie der Nennleistung des Elektromotors im Kompressor gegenüberstellt. Die bisherigen Angaben und Werte, wie bspw. die der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen [1], werden dem hier entwickelten Modell gegenübergestellt und die Vorteile des Berechnungsmodells dargelegt. Es wird gezeigt, dass das Modell die bisherigen Angaben zur elektrischen Leistungsaufnahme von Druckluft- und anderen Elektromotorsystemen verbessert. Das Modell ist für Elektromotorsysteme aller Art anwendbar und leistet damit auch für die Bewertung anderer Querschnittstechnologien einen wichtigen Beitrag.

Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse des Modells werden mit Hilfe der Eingangsparameter, die in der „Preparatory study on Low pressure & Oil-free Compressor Packages“ [6] angegeben werden, vorgestellt. Die Ergebnisse zeigen, welche Parameter einen relevanten Einfluss auf den Stromverbrauch von Druckluftsystemen nehmen und wie die Ergebnisse mit bereits veröffentlichten Daten (bspw. [1] oder [4]) übereinstimmen. Die Ergebnisse machen deutlich, welche Eingangsparameter für eine genaue Berechnung des Stromverbrauchs der Druckluft- oder anderer Elektromotorsysteme relevant sind.

Referenzen

- [1] Rohde, Clemens (Juni, 2019): Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2013 bis 2017. Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB) - Entwurf. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI). Karlsruhe. Online verfügbar unter https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=isi_-_einzebericht_industrie_2013_-_2017.pdf, zuletzt geprüft am 26.11.2019.
- [2] Sauer, Alexander; Bauernhansl, Thomas (Hg.) (2016): Energieeffizienz in Deutschland. Eine Metastudie. Analyse und Empfehlungen. 2. Auflage. Berlin: Springer-Verlag.
- [3] Fleiter, Tobias (Hg.) (2013): Energieverbrauch und CO₂-Emissionen industrieller Prozesstechnologien. Einsparpotenziale, Hemmnisse und Instrumente. Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung. Stuttgart: Fraunhofer-Verl. (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale"). Online verfügbar unter <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-234719.html>.
- [4] Radgen, Peter (Hg.) (2001): Compressed air systems in the European Union. Energy, emissions, savings potential and policy actions. Stuttgart: LOG_X.
- [5] Unger, Manuel; Radgen, Peter Prof. Dr.: Energy Efficiency in Compressed Air Systems. A review of energy efficiency potentials, technological development, energy policy actions and future importance. In: Proceedings of the 10th International Conference on Energy Efficiency in Motor Driven Systems (EEMODS' 2017), Bd.297101, S. 207–233.
- [6] van Elburg, Martijn; van den Boom, Roy (2017): Preparatory study on Low pressure & Oil-free Compressor Packages. Hg. v. European Commission. Brussels (Belgium). Online verfügbar unter http://www.eco-compressors.eu/downloads/DRAFT_final_LP-OF_20170210-1519.pdf, zuletzt geprüft am 03.07.2017.

³ Mit Betriebsstundenmodellen ist bspw. gemeint, wie viele Stunden/ Jahr ein Motor in Volllast betrieben wird. Diesen Betriebsstundenmodellen unterscheiden sich bspw. in der Glasindustrie von denen im Maschinenbau.