

TECHNO-ÖKONOMISCHE ANALYSE VON WÄRMEPUMPEN FÜR DIE INDUSTRIELLE TROCKNUNG MIT MONTE-CARLO-SIMULATIONEN

Veronika WILK¹, Michael LAUERMANN¹, Michael HARTL¹,
Raphael PRIESNER², Stefan PUSKAS³

Inhalt

Industrielle Trocknungsprozesse können durch die Integration von Wärmepumpen energieeffizienter werden. Wärmepumpen nutzen Abwärmeströme als Wärmequelle und führen die Wärme auf einem höheren Temperaturniveau in den Trocknungsprozess zurück. Diese Arbeit baut auf den Ergebnissen experimenteller Untersuchungen von Wärmepumpen für die Ziegel- und Stärketrocknung auf [1-3]. Bei der Ziegelrocknung wurde die Wärmepumpe in eine Trocknungskammer integriert, sie nutzt die feuchte Abluft als Wärmequelle und liefert Wärme mit 50-60°C. Die Wärmepumpe für die Stärketrocknung nutzt einen Warmwasserkreis als Wärmequelle, der aus Prozessabwärme gespeist wird, und liefert Wärme mit 130°C. Stärke wird bei 158°C getrocknet. Die Versuchsergebnisse, sowie Überlegungen zum effizienteren Betrieb der Wärmepumpe sind die Grundlage für die techno-ökonomische Analyse, die der Beurteilung der Umweltauswirkungen und der Wirtschaftlichkeit dient.

Zur Beurteilung der Umweltauswirkungen werden die CO₂-Emissionen betrachtet. Sie hängen von der Effizienz der Wärmepumpe und der fossilen Wärmebereitstellung, die ersetzt wird, ab, sowie von dem Kraftwerkspark, der die elektrische Energie für die Wärmepumpe bereitstellt. Die wichtigste Kenngröße für die Wirtschaftlichkeit ist die Amortisationszeit, die maßgeblich vom Strompreis und dem Preis für den fossilen Energieträger, sowie von den Investitionskosten der Wärmepumpe abhängt.

Es wird daher eine Sensitivitätsanalyse gemacht, die zeigt, wie sich eine Änderung verschiedener Parameter auf die Umweltauswirkungen und die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpe auswirkt. Die Sensitivitätsanalyse wird als globale Analyse mit Monte-Carlo-Simulationen durchgeführt. Dabei werden die CO₂-Faktoren, veränderliche Strom- und Gaspreise und Investitionskosten der Wärmepumpe als veränderlich betrachtet, da sie mit Unsicherheit behaftet sind. Diese Parameter werden in Zufallszahlen umgewandelt, die verschiedene Zukunftsszenarios darstellen, beispielsweise, dass Energie billiger wird, oder dass Energie deutlich teurer wird als heute. Mit diesen Zufallszahlen wird die Emissions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung 9000 Mal durchgeführt, um dann statistische Aussagen treffen zu können.

Die Integration von Wärmepumpen in Trocknungsprozesse ermöglicht eine Verringerung der CO₂-Emissionen und hat damit positive Auswirkungen auf die Umwelt. In Abhängigkeit von den CO₂-Faktoren liegen die Einsparungen zwischen 8 und 50 %. Die Wirtschaftlichkeit wird stark vom Strompreis und den Investitionskosten beeinflusst. Die Simulationen zeigen Szenarien und Randbedingungen auf, wo wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Die Szenarien sind eine Visualisierung einer möglichen zukünftigen Entwicklung und sollen als Entscheidungshilfe für Investitionen dienen.

Literatur

- [1] M. Fraubaum et al., Experimental Evaluation of Brick Drying using a Compression Heat Pump; EuroDrying, Lüttich, Belgien, 2017.
- [2] V. Wilk et al., Erhöhung der Energieeffizienz industrieller Trocknungsprozesse durch den Einsatz von Wärmepumpen, 14. Symposium Energieinnovation, Graz, 2016.
- [3] M. Hartl et al., DryPump Publizierbarer Endbericht, 2017.

¹ AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Giefinggasse 2, 1210 Wien, Tel.: +43 50550-{6494|6414|6679}, Fax: +43 50550-6679, {veronika.wilk|michael.lauermann|michael.hartl}@ait.ac.at, www.ait.ac.at

² AGRANA Stärke GmbH, Conrathstrasse 7, 3950 Gmünd, Tel.: +43 2852 503 19105, Fax: +43 676 8926 19105, raphael.priesner@agrana.com, www.agrana.com

³ Wienerberger AG, Engineering, Wienerbergstraße 11, 1100 Wien, Tel.: +43 1 60192430, stefan.puskas@wienerberger.com, www.wienerberger.com