

Entwicklung von Energieleistungskennzahlen zur automatisierten Betriebsüberwachung und für das betriebliche Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 einer Energieversorgungseinheit

## **Entwicklung von Energieleistungskennzahlen zur automatisierten Betriebsüberwachung und für das betriebliche Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 einer Energieversorgungseinheit**

Die Energie Food Town GbR (EFT) betreibt an ihrem Standort in Duisburg eine Energiezentrale, welche die erzeugte bzw. gewandelte Energie an drei Unternehmen der Lebensmittelbranche liefert. Diese Unternehmen sind FSB Backwaren GmbH, OSI Food Solutions Germany GmbH und HAVI Logistics GmbH. Das Herzstück der Energiezentrale bildet eine mit Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) betriebene zweistufige Kompressionskälteanlage mit einer installierten Kälteleistung von insgesamt circa 6 MW. Zum einen werden direktverdampfende Verbraucher auf Normal- und Tiefkälteniveau mit den Temperaturniveaus  $-10\text{ °C}$  und  $-35\text{ °C}$  und zum anderen ein Glykolkältenetz ( $-3\text{ °C}$ ) versorgt. Über das Glykolkältenetz werden verschiedene Produktionsprozesse gekühlt. Weiterhin wird mittels unterschiedlicher Wärmerückgewinnungssysteme sowohl aus der Kältemittelkondensation und Maschinenölkühlung als auch aus der Druckluftherzeugung die Abwärme zurückgewonnen. Diese Kälte- und Wärmeströme integrieren sich in ein verzweigtes System von Energiewandlungsanlagen wie Druckluft- und Weichwassererzeugung, Brauchwarmwasser- sowie Heizungswärmeerzeugung unterschiedlicher Temperaturniveaus.

Im Rahmen dieser Projektarbeit werden verschiedene Energieleistungskennzahlen (EnPI) gebildet, welche die Effizienz einzelner Kreisläufe sowie des gesamten Anlagensystems der EFT nach DIN EN ISO 50001 bewertet. Betrachtet werden hierbei Wärme- und Kältekreisläufe sowie der Kreislauf zur Druckluftbereitstellung. Ein weiterer Fokus liegt auf dem Wasserkreislauf, welcher für die Kältebereitstellung durch Nutzung der Kühltürme essentiell ist. Als Grundlage liegt ein Anlagenschema vor, welche das komplexe System und Messdatenpunkte visualisiert. Anhand dieser Messdatenpunkte können die jeweiligen Einsätze und Erzeugungsmengen der Kreisläufe bestimmt werden.

Die spezifischen EnPI der Kreisläufe zeigen den jeweiligen Nutzen je aufgewendete Einheit auf und bilden die Basis für die Gesamt-EnPI des Anlagensystems. Das Jahr 2013 wird als Basisjahr festgelegt, damit Veränderungen der Effizienz identifiziert werden können.

Da unterschiedliche Energieeinsätze vorhanden sind, müssen diese für die Gesamt-EnPI vergleichbar gemacht werden. Dieses erfolgt über  $\text{CO}_2$ -Äquivalente.

Entwicklung von Energieleistungskennzahlen zur automatisierten Betriebsüberwachung und für das betriebliche Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 einer Energieversorgungseinheit

Hierbei gelten folgende Daten, welche aus dem Referenzjahr 2013 stammen und als statisch angenommen werden:

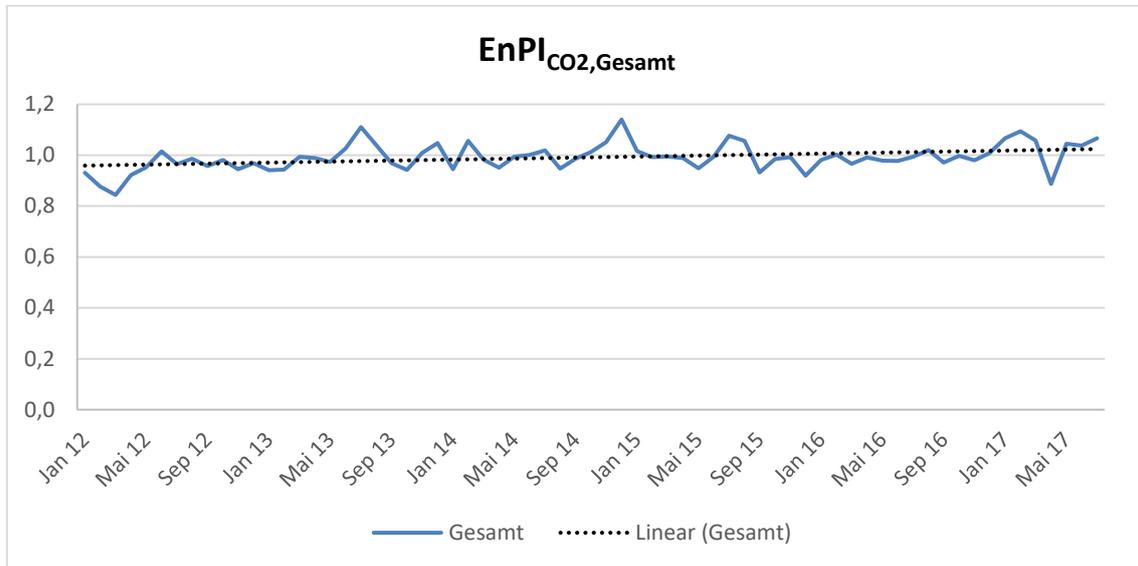
<b>Einsatz</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Äquivalente</b>	<b>Einheit</b>
Strom	580	$\frac{g}{kWh}$
Erdgas	205,5	$\frac{g}{kWh}$
Wasser	344,1	$\frac{g}{m^3}$

**Tab. 1 CO<sub>2</sub>-Äquivalente für Strom (Statista GmbH, 2017), Erdgas und Wasser (Government Digital Service, 2013)**

Somit können die CO<sub>2</sub>-Emissionen je erzeugter Energieeinheit ermittelt werden. Diese Kennzahlen werden nach den Einflussvariablen Temperatur und Auslastung bereinigt. Dabei werden Näherungsformeln erstellt, welche das Verhältnis der realen EnPI zur Einflussvariable beschreibt. Dieses kann in Excel mittels eines Diagramms visualisiert werden. Die dazugehörige Näherungsformel wird über eine Trendlinie ausgegeben, welche die Abhängigkeit mathematisch beschreibt. Diese Referenzfunktion beschreibt, wie die aktuelle EnPI nach Betriebsweise des Referenzjahres und den aktuellen Betriebsbedingungen sein sollte. Über diese Näherungsformel ergibt sich die bereinigte CO<sub>2</sub>-Referenz-EnPI. Im Anschluss wird das Verhältnis zu dem Referenzjahr gebildet, wodurch die Kennzahl einheitslos wird. Weiterhin wird ein Gewichtungsfaktor eingeführt. Dadurch wird gewährleistet, dass größere Emittenten höher gewichtet werden als kleinere Emittenten. Der Gewichtungsfaktor wird aus der spezifischen CO<sub>2</sub>-Produktionsmenge eines Kreislaufs und der Summe der CO<sub>2</sub>-Produktionsmengen aller Kreisläufe und somit des gesamten Systems gebildet.

Entwicklung von Energieleistungskennzahlen zur automatisierten Betriebsüberwachung und für das betriebliche Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 einer Energieversorgungseinheit

Die Gesamt-CO<sub>2</sub>-EnPI ist die Summe aus allen spezifischen Kreisläufen. Der Verlauf im betrachteten Zeitraum wird im nachfolgendem Diagramm dargestellt.



**Abb. 1 Verlauf Gesamt-CO<sub>2</sub>-EnPI (eigene Darstellung)**

Die Grafik zeigt, wie sich die Effizienz des Gesamtanlagensystems im Vergleich zu dem Jahr 2013 verändert hat. Die Abbildung des Gesamt-CO<sub>2</sub>-EnPIs weist einen relativ konstanten Verlauf auf, wobei bei der Trendlinie ein geringer Anstieg zu verzeichnen ist. Aus diesem Grund lässt sich sagen, dass sich die Effizienz der Gesamtanlage, vergleichsweise zu dem Referenzjahr 2013, geringfügig verschlechtert hat.

Bei dem Vergleich der spezifischen Kreisläufe stellt sich heraus, dass der Tiefkältekreislauf der Haupteinflussfaktor auf die Gesamteffizienz des Anlagensystems ist. Die Verschlechterung der Effizienz des Tiefkältekreislaufs kann verschiedene Ursachen haben, denen man genauer nachgehen muss, damit die Gesamteffizienz verbessert werden kann.