



Improving Cold Chain Energy Efficiency
in food and beverage sector

ICCEE - Workshop zur Energieeffizienz in der Kühlkette
02. Juni 2021

Energieleistungskennzahlen (EnPIs)

Unterlagen:

Fachverband Energie Umwelt (ATEE), Frankreich

Universität Stuttgart (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung IER)

Vortrag:

Sebastian Leopoldus, Universität Stuttgart (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung IER)



Dieses Projekt wurde durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Zuschussvereinbarung Nr. 847040 finanziert. Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation liegt bei den Autoren. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wieder. Weder die EASME noch die Europäische Kommission sind für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich.

Einführung: die Bedeutung von EnPIs (1/2)

„Warum sollte ich in meinem Unternehmen ein Energiemanagement einrichten?“

Ist der derzeitige Energieverbrauch meines Unternehmens gerechtfertigt?



Wird diese Energie sinnvoll und effizient genutzt?



Kann ich Verbesserungen vornehmen?
Wie viel Energie (und Geld!) kann ich sparen?

WICHTIGER SCHRITT: Identifizierung der richtigen EnPIs

Und dann :

- ✓ Die richtigen Werkzeuge finden, um sie zu messen
- ✓ Das richtige Überwachungssystem implementieren
- ✓ Die Ergebnisse analysieren
- ✓ Energieeffizienzmaßnahmen implementieren

Umsetzung eines Energieüberwachungsplans

DURCHFÜHRUNG EINER ENERGETISCHEN UND MESSTECHNISCHEN ANALYSE

IDENTIFIZIERUNG GEEIGNETER ENERGIELEISTUNGSKENNZAHLEN

FESTLEGUNG DER MESSPUNKTE UND WERKZEUGE

DARSTELLUNG UND ANALYSE DER ERGEBNISSE

UMSETZUNG VON ENERGIESPARMAßNAHMEN



Was sind EnPIs?

1. Was sind Energieleistungskennzahlen (EnPIs)? (1/3)

Definitionen

energiebezogene Leistung

messbare Ergebnisse bezüglich Energieeffizienz, Energieeinsatz und Energieverbrauch

Energieleistungskennzahl (EnPI)

quantitativer Wert oder Messgröße für die energiebezogene Leistung, wie von der Organisation definiert;
(ausgedrückt als einfache Metrik, Verhältnis oder komplexeres Modell)

energetische Ausgangsbasis (EnB)

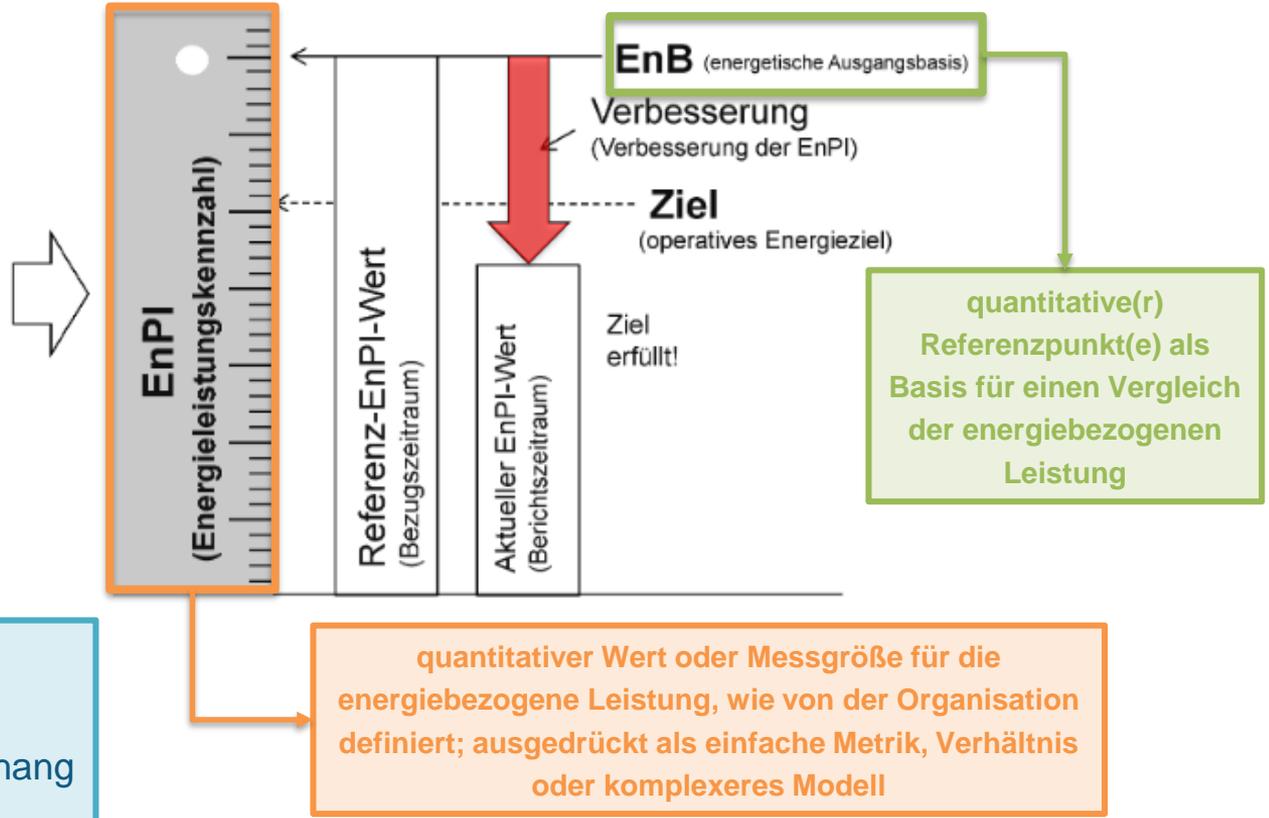
quantitative(r) Referenzpunkt(e) als Basis für einen Vergleich der energiebezogenen Leistung
(bezieht sich auf festgelegten Zeitraum)

1. Was sind Energieleistungskennzahlen (EnPIs)? (2/3)

Energiebezogene Leistung

- Energieeffizienz
- Energieverbrauch im Zusammenhang mit der Energienutzung

messbare Ergebnisse der Energieeffizienz oder des Energieverbrauchs im Zusammenhang mit der Energienutzung



Quelle: ISO 50006, 2017

1. Was sind Energieleistungskennzahlen (EnPIs)? (3/3)

Arten von Energieleistungskennzahlen

- **Gemessener Energiewert:** berücksichtigt nicht die Auswirkungen relevanter Variablen, was für die meisten Anwendungen zu irreführenden Ergebnissen führt & misst nicht die Energieeffizienz
- **Verhältnis der gemessenen Werte:** z.B. kWh/m² - kWh/kg - kWh/Einheit
- **Statistisches Modell:** Beziehung zwischen Energieverbrauch und relevanten Variablen mittels linearer oder nichtlinearer Regression
- **Ingenieurtechnisches Modell:** Beziehung zwischen Energieverbrauch und relevanten Variablen unter Verwendung von technischen Simulationen

Beispiele entlang der Kühlkette

Verarbeitung

- Energieverbrauch während der Spitzenzeiten (kWh)

Verteilerzentrum

- Energieverbrauch pro Volumen (kWh/m³)
- Energieverbrauch pro Palette (kWh/Palette)

Transport

- Kraftstoffverbrauch pro Frachtgewicht (l/(kg*km)) oder (kWh/kg)

Einzelhandel

- Energieverbrauch pro Fläche (kWh/m²)
- Energieverbrauch pro Kühleinheit (kWh/Einheit)



Wie wählt man geeignete EnPIs aus?

2. Wie wählt man geeignete Kennzahlen aus? (1/4)

1. Energetische und messtechnische Analyse des Standortes

Ziel: Kenntnis und Beschreibung des Standortes aus der Perspektive des Energieverbrauchs durch eine **Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs des Unternehmens** anhand der verfügbaren Daten:

- Energiekostenrechnungen, Ablesungen von vorhandenen Zählern, Produktionsvolumen usw.

Das Unternehmen sollte:

- vorhandene Zähler identifizieren
- vorhandene Daten zum Energieverbrauch und zur Produktion analysieren
- diese Analyse grafisch darstellen, um das Lesen und den Austausch von Daten zu erleichtern

2. Wie wählt man geeignete Kennzahlen aus? (2/4)

1. Energetische und messtechnische Analyse des Standortes

- ⇒ Die Bilanz kann in Form einer **zusammenfassenden Tabelle** dargestellt werden, in der die folgenden Informationen gesammelt werden:
- Jährlicher Verbrauch von Energie (Elektrizität, Gas, Brennstoff usw. in kWh/Jahr) und Wasser (m³/Jahr)
 - Jährliche Kosten für Energie und Wasser
 - Jahresproduktion (Tonnen)
 - Spezifischer Verbrauch von Energie (kWh/Tonne) und Wasser (m³/Tonne)
 - Spezifische Kosten des Energie- und Wasserverbrauchs (€/Tonne)
 - Durchschnittlicher Verkaufspreis pro produzierter Tonne (€/Tonne)
- ⇒ **Energiekostenanteil am endgültigen Verkaufspreis (%)**

2. Wie wählt man geeignete Kennzahlen aus? (3/4)

1. Energetische und messtechnische Analyse des Standortes

⇒ Für eine tiefer gehende Analyse kann der Prozess aufgedröselt werden in:

- **Die verschiedenen Einheiten und Hilfseinrichtungen des Prozesses:**
Druckluftgruppen, Kesselräume, Dampfkessel, Kälteerzeugungsgruppen, usw.
- **Die genutzte Energieart:**
Elektrizität, Gas, Kraftstoff, Biomasse, etc.

→ grafische Darstellung der Massen- und Energieströme

2. Wie wählt man geeignete Kennzahlen aus? (4/4)

2. Identifizierung der wichtigsten Einflussfaktoren

- ⇒ Das Unternehmen sollte die Faktoren identifizieren, die den Energieverbrauch maßgeblich beeinflussen.
- Produktmenge, Betriebsstunden, Außentemperatur, Oberfläche des Kühlraums etc.

3. Auswahl geeigneter Energieleistungskennzahlen (EnPIs)

Ziel: Charakterisierung der Aktivitäten und Ziele

- Allgemeine EnPI: Überwachung der Energieeffizienz eines Standortes
- Sekundäre EnPIs: Zur Überwachung kritischer Prozesse

Im Allgemeinen: $\text{EnPI} = [\text{verbrauchte kWh}] / [\text{kg oder m}^3 - \text{produzierte Artikel}]$

In diesem Fall: wenn EnPI, dann Energieverbrauch pro produzierte Einheit, dann Energiekosten

4. Beispiel: Produktionsstätte

- 65 Mitarbeiter
- Verkaufserlöse: 10 mio. €/Jahr
- Bruttogewinn: 4% (400 000 €/Jahr)
- Jährliche Produktion: 2500 Tonnen/Jahr
- Energieverbrauch (Gas+Strom): 3,6 GWh/Jahr
- Energiepreis (Durchschnitt Gas+Strom): 0,055 €/kWh
- Energiekosten: 200 000 €/Jahr
= 2% der Verkaufserlöse

$$\rightarrow \text{EnPI} = \frac{3,6 \text{ GWh/Jahr}}{2500 \text{ Tonnen/Jahr}} = 1,44 \text{ GWh/Tonne} = \text{EnB}$$

Implementierung von Energieeffizienzmaßnahmen

→ **+15% Energieeffizienz** (Energieverbrauch: 3,06 GWh/Jahr)

→ **-15% Energiekosten** (jährliche Einsparung von 30 000 €):

$$\rightarrow \text{EnPI} = \frac{3,06 \text{ GWh/Jahr}}{2500 \text{ Tonnen/Jahr}} = 1,22 \text{ GWh/Tonne}$$

EnPI reduziert → Bruttogewinn erhöht



Sebastian Leopoldus
Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung IER
sebastian.leopoldus@ier.uni-stuttgart.de



Dieses Projekt wurde durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizont 2020 der Europäischen Union im Rahmen der Zuschussvereinbarung Nr. 847040 finanziert. Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Präsentation liegt bei den Autoren. Sie gibt nicht unbedingt die Meinung der Europäischen Union wieder. Weder die EASME noch die Europäische Kommission sind für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich.