

Stand: 01.02.2022

## Relevante Variablen ermitteln und quantifizieren

Der nächste Schritt: Für alle Anlagen, Prozesse u.ä., für die Energiekennzahlen betrachtet werden sollen, müssen Sie Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch bestimmen. Das ist wichtig, um Ansatzpunkte für Optimierungen zu finden sowie um die EnPI-Werte zu normalisieren. Bei den Einflussfaktoren unterscheidet die ISO 50006 zwischen relevanten Variablen und statischen Faktoren.

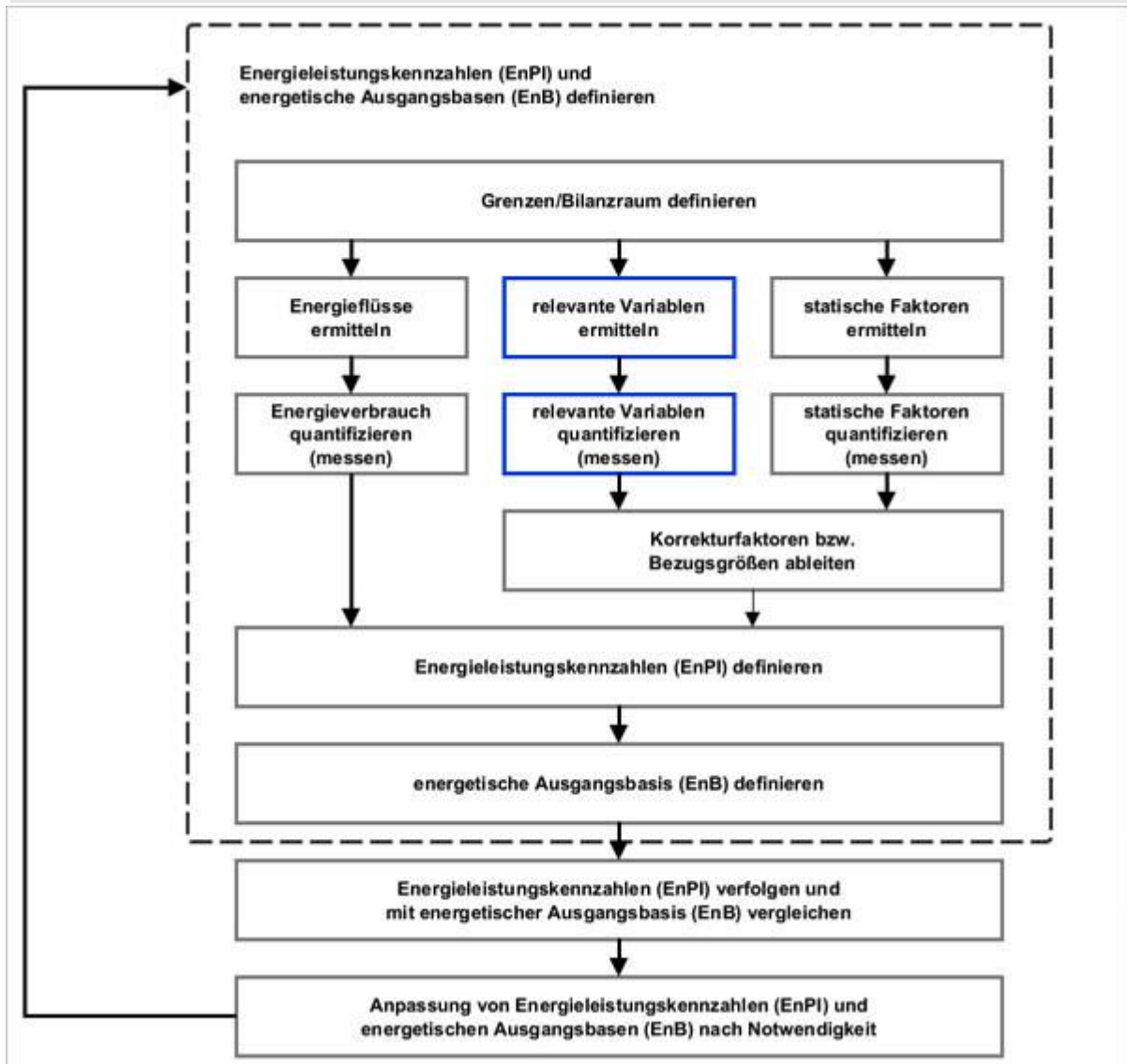


Abb. 1: An welchen Stellschrauben kann eine Organisation drehen, um ihren Energieverbrauch zu beeinflussen? Die Identifikation relevanter Variablen gibt Antworten.

Relevante Variablen sind Energieeinflussfaktoren, die den wesentlichen Energieeinsatz bestimmen und die sich regelmäßig verändern.

## Beispiel

Der Wärmeverbrauch einer Lagerhalle hängt von der Außentemperatur ab. Wer den Wärmeverbrauch zu zwei unterschiedlichen Zeiträumen miteinander vergleichen will, muss also bedenken: Der Verbrauch ist abhängig von den unterschiedlichen Außentemperaturen in diesen Zeiträumen. Die Außentemperaturen sind folglich relevante Variablen.

Diese relevanten Variablen werden später wichtig, wenn Sie

- vergleichen möchten, z.B. den Einfluss der Außentemperatur aus einem Vergleich herausnehmen möchten (Temperaturbereinigung),
- Stellschrauben aufdecken möchten, um den Energieverbrauch zu senken (Potentialermittlung).

Nach DIN ISO 50006 sollten für jede EnPI-Grenze relevante Variablen ermittelt und quantifiziert werden. Um das zu tun, müssen Sie zunächst bestimmen, ob ein Einflussfaktor

- relevant,
- eher irrelevant oder
- überhaupt nicht relevant

ist.

Das setzt meistens eingehende Datenanalysen (Korrelationsanalysen) und damit eine ausreichende Datenbasis voraus – beim Energieverbrauch, bei den zu verwendenden Bezugsgrößen und bei anderen Variablen. Eine Korrelationsanalyse zum Beispiel gibt an, bis zu welchem Grad eine Variable wie die Außentemperatur den Energieverbrauch erklären kann. Wann genau Sie denn nun eine Variable als “relevant” einstufen sollten, das lässt Ihnen die ISO 50006 offen.

Im Folgenden zeigen wir anhand eines Beispiels, wie eine solche Analyse aussehen könnte, die eine relevante Variable aufdecken soll.

## Schritt 1: logische Schlussfolgerungen

Viele Betriebe der pharmazeutischen Industrie fertigen relativ kleine Mengen. Labore greifen dazu meist auf Rührer, Trockner, Messgeräte usw. zurück. Demgegenüber steht der Energieverbrauch, den die Klimatisierung der Laborflächen (also für die Einstellung der Raumklimaparameter der Arbeitsumgebung) benötigt. Dieser übersteigt den Energieverbrauch für das eigentliche Produktionsequipment meist bei Weitem.

## Schlussfolgerung

Diese Überlegungen lassen die Vermutung zu, dass die Produktion unwesentlich ist und die Organisation relevante Variablen im Bereich der Klimatisierung suchen sollte.

## Schritt 2: Rückgriff auf Visualisierungsdiagramme

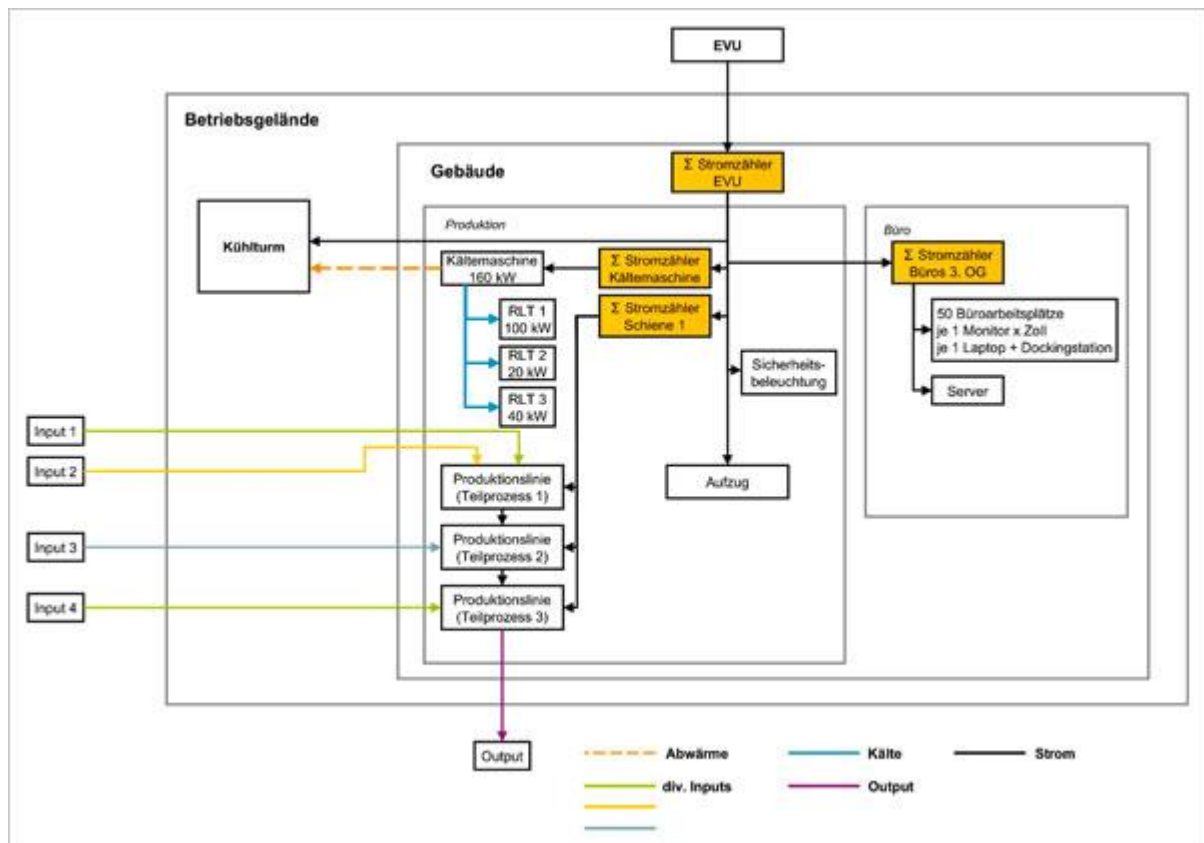


Abb. 2: Prozessflussdiagramm eines fiktiven Betriebs

In Bezug auf das Beispiel in Abbildung 2 sollte die fiktive Organisation zunächst ermitteln, wie groß der Einfluss der Produktion (Tätigkeiten und Höhe der Eingangs-/Ausgangsmengen) auf den Energieverbrauch überhaupt ist. Sollte sich herausstellen, dass die RLT-Anlagen mit der vorgeschalteten Kälteanlage den Energieverbrauch der Organisation wesentlich beeinflussen, und zwar unabhängig von Schwankungen in der Auslastung der Produktion, so gilt:

- Produktion = nicht wesentlicher Energieeinsatzbereich
- Rohstoff-/Produktionsmenge = Variablen mit geringem oder keinem Einfluss

Die Ermittlung dieser Zusammenhänge erscheint im ersten Moment als einfache Angelegenheit, bei näherer Betrachtung gestaltet sie sich jedoch zumeist schwierig und viele Energiemanagementbeauftragte und Energieteams stoßen hierbei an ihre Grenzen. Ein Prozessflussdiagramm kann dazu verhelfen, die Prozesse und Teilprozesse innerhalb der Organisation mit dem jeweiligen Energiebedarf, Eingangsmengen (Input), Ausgangsmengen (Output), Abfall-/Ausschussmengen und Rezyklaten besser zu verstehen und übersichtlich

vor Augen zu führen. Besteht ein solches Prozessdiagramm und wurden EnPI-Grenzen festgelegt, so sollten im nächsten Schritt Datenanalysen erfolgen, um die Signifikanz der Beziehung bewerten zu können.

### Schritt 3: Signifikanz bewerten

DIN ISO 50006 gibt die Empfehlung, zur Ermittlung von Abhängigkeiten den Energieverbrauch und mögliche relevante Variablen in Trenddiagrammen (Zeitreihen) darzustellen. Beispielsweise ergibt es Sinn, den Wärmeverbrauch eines Betriebsgebäudes zu Heizzwecken im Verhältnis zu den Außentemperaturen darzustellen (Saisonabhängigkeit), wie in einem Beispiel in Abbildung 3 veranschaulicht. Der Erdgasverbrauch (Messwert kW in Stunden-Mittelwerten) geht bei steigenden Außentemperaturen (Messwert °C) in den Sommermonaten stark zurück. Es bleibt eine Grundlast von ca. 200 kW, die unabhängig von der Außentemperatur ist und zu einem fixen Energieverbrauchsanteil führt. Dies könnte etwa auf eine ganzjährige Warmwassererzeugung oder auf Erdgasverbrauch für Produktionsprozesse hinweisen.

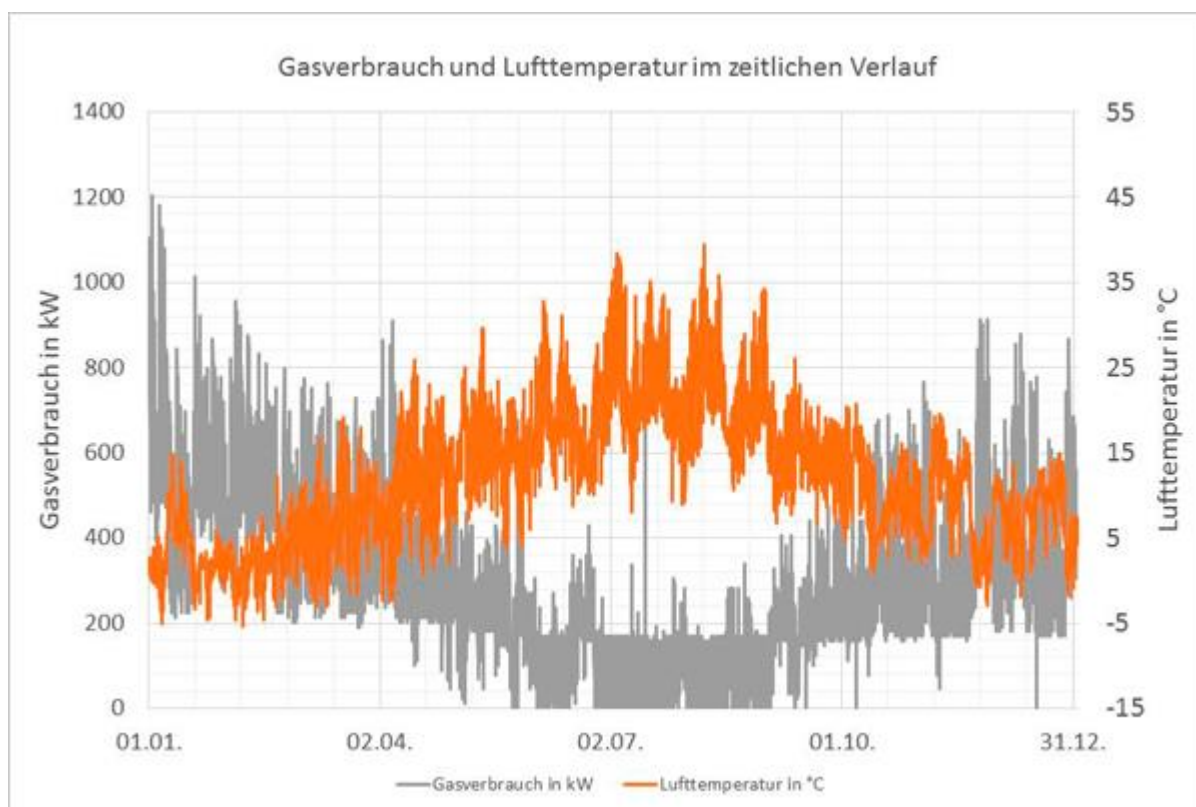


Abb. 3: Diagramm Erdgasverbrauch für Beheizung und Warmwassererzeugung und Außentemperatur für ein Jahr, Daten als mittlere Stundenwerte

#### Arbeitshilfe Signifikanz

Die entsprechende Arbeitshilfe zu Abb. 3 finden Sie → [hier](#).

Um die Signifikanz der Beziehung Energieverbrauch zu Variable zu bewerten, sollten die Datenpunkte Energieverbrauch zu Außentemperaturen in einem x-y-Diagramm eingetragen werden (vgl. Beispiel in Abbildung 4). Zu diesem Zweck sollten die Daten im gleichen

Zeitintervall vorliegen. Sofern dies nicht möglich ist, müssen die Daten aufbereitet werden. Es macht dabei keinen Sinn, stündlich gemessene Außentemperaturwerte in ¼-Stunden-Mittelwerten zu beschreiben, da diese Messauflösung nicht vorliegt. Die Daten sind also in Richtung der Variable mit der größeren Messauflösung in Einklang zu bringen.

In unserem Beispiel liegen sowohl die Werte der Erdgaslast als auch der Außentemperaturen in Stundenwerten vor, was eine Angleichung unnötig macht. Die Daten Erdgaslast zu Außentemperaturen werden also in einem x-y-Diagramm aufgetragen, wobei i.d.R. auf der x-Achse die Werte der Variablen aufgeführt sind (hier die Lufttemperatur in °C). Betrachtet wird dabei die Streuung/Häufung der Variablen um die Energieverbräuche.

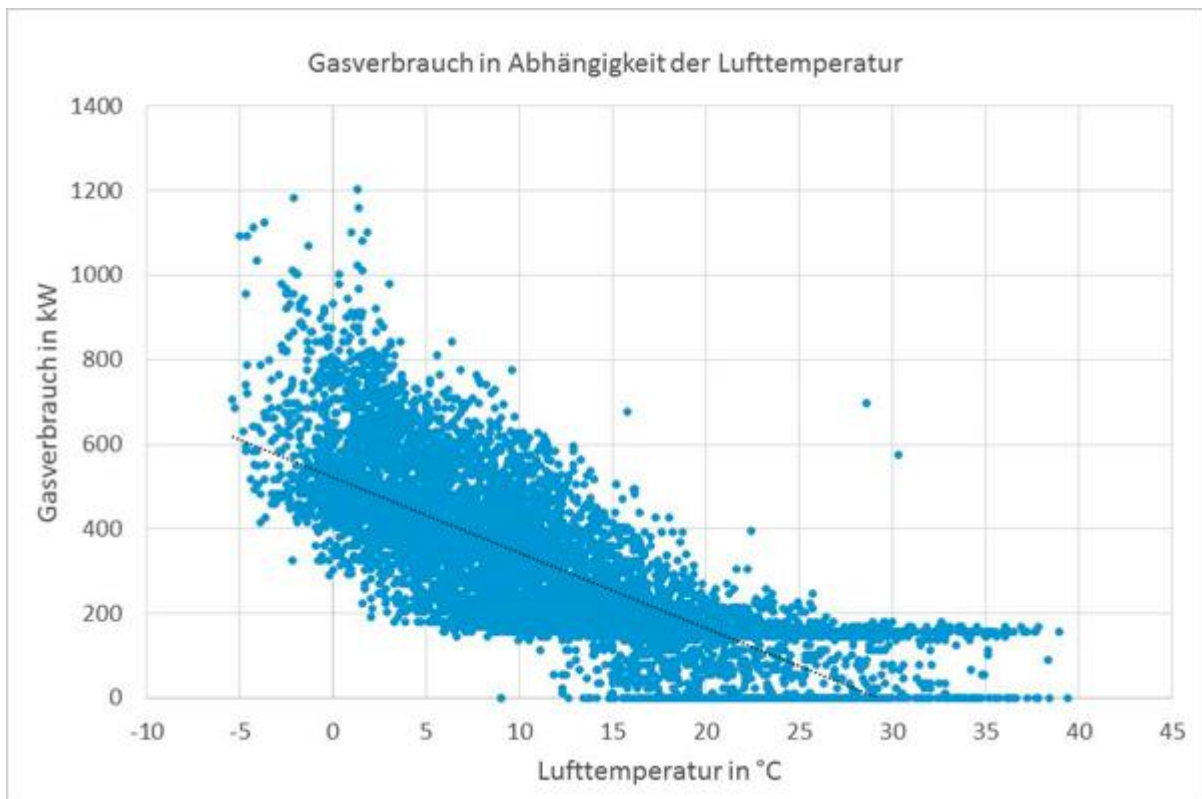


Abb. 4: Stundenwerte des Gasverbrauchs in kW zur Beheizung in Abhängigkeit der Außentemperaturen in °C, vor Eliminierung von Ausreißern

Rund um die Korrelationsanalyse

Die entsprechende Arbeitshilfe zu Abb. 4 finden Sie → [hier](#).

Ein Anwendungsbeispiel für eine Korrelationsanalyse zeigt → [dieser Beitrag](#).

Das Vorgehen für eine Normalisierung mittels Korrelationsanalyse erklärt → [dieser Beitrag](#)

Während in Abbildung 3 der zeitliche Verlauf sowohl des Gasverbrauchs als auch der Außentemperatur für ein Jahr anhand der Stundenwerte aufgetragen ist, sind in Abbildung 4 die Wertepaare bestehend aus Gasverbrauch und Außentemperatur aufgetragen. Somit steht nicht mehr der zeitliche Verlauf beider Größen im Vordergrund, vielmehr erkennt man nun einen Zusammenhang zwischen beiden. Diesen Zusammenhang zementiert eine Korrelationsanalyse.

Die Wertepaare lassen sich in zwei grobe Bereiche aufteilen. Während bei Außentemperaturen unterhalb von 15 °C der Gasverbrauch über 150 kW liegt und mit sinkender Außentemperatur weiter zunimmt, liegt bei höheren Außentemperaturen der Gasverbrauch zwischen 0 und 150 kW. Der erste Bereich ist wesentlich stärker abhängig von der Außentemperatur und zeigt den Gasverbrauch für die Raumheizung auf. Der zweite Bereich, der keine Abhängigkeit von der Außentemperatur aufweist, wird durch die Warmwassererzeugung geprägt.

Gleichzeitig weist der Gasverbrauch eine hohe Streuung auf, sodass z.B. bei einer Außentemperatur von ca. 5 °C der Gasverbrauch zwischen 160 kW und 810 kW schwankt. Dies ist ein Indiz dafür, dass noch weitere Einflussfaktoren den Gasverbrauch bestimmen, z.B. die Einstrahlung, der Wochentag etc.

#### Nächster Schritt

#### 4. Statische Faktoren ermitteln und quantifizieren