

## Energetische Bewertung

### Analyse des Energieeinsatzes und Energieverbrauchs

Die Ermittlung des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs umfasst:

- Die Ermittlung der derzeitigen Energiequellen.

Im ersten Schritt der energetischen Bewertung erfolgt die Ermittlung der eingesetzten Energieträger bzw. Energiequellen. Dazu müssen Energierechnungen des Energieversorgungsunternehmens, interne Energieaufzeichnungen (z.B. Zählerstand- Ablesungen) oder Messprotokolle analysiert werden. Oft gilt es zunächst herauszufinden, wo die Energieaufzeichnungen abgelegt sind bzw. wer für Energieaufzeichnungen verantwortlich ist.

- Die Bewertung des bisherigen und aktuellen Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs.

Nachdem der Energieverbrauch (meist auf Unternehmensebene) festgestellt wurde, ist der nächste Schritt die Energieeinsatzbereiche (z.B. Beleuchtung, Druckluft, Heizung und Produktionsanlagen) festzustellen. Dazu sind die größten Verbraucher mit Nennleistung, Auslastung, Betriebszeiten abzuschätzen oder zu messen und daraus der resultierende Energieverbrauch zu berechnen. Dies erfolgt beispielsweise in Gruppen, wie Pumpen, Ventilatoren, Beleuchtung, Dampfverbraucher usw. aber auch nach Prozessen (Backen, Mahlen). Für diese Energieeinsatzbereiche sollten im Zuge der energetischen Bewertung auch die wichtigsten Punkte zu Alter und Effizienz der Anlagen, Einschaltzeiten, Abstimmung mit tatsächlichem Verbrauch (Leistungsanpassung über Regelung), Dämmung, Abwärmeströme und ähnliches erhoben werden.

In manchen Unternehmen werden ausgewählte Verbraucher (Energieeinsatzbereiche) bereits gemessen. Dazu muss zunächst eine Aufstellung der vorhandenen Messeinrichtungen und der daran angeschlossenen Verbraucher (Energieeinsatzbereiche) erstellt werden. Dieses Verzeichnis eignet sich in weiterer Folge dann auch als Basis für den Messplan (siehe Kapitel „Überwachung“).

## Energetische Bewertung

### Verzeichnis der Messeinrichtungen

Messort	Gemessene Verbrauchergruppe (n)	Messgeräte-nummer	Messprinzip	Ableseprinzip	Letzte Eichung	Genauigkeit
Kompressor	Werkstatt	L 47	Zähler/ Elektromagnet	monatlich	April 2011	5%
Heizhaus	Heizöl (Heizsystem für Heizung des Bürotraktes und Aufenthaltsräume)	AZ731	Peilung/Längenmessung	monatlich	April 2012	0,5%

Tabelle 0-1: Musteraufzeichnung ; Quelle: B 4-6-1 Messung- Messeinrichtung, mod.eem

Der Detaillierungsgrad der vorhandenen Energieverbrauchsdaten ist allerdings anfangs oft sehr gering. Häufig liegen die Energieverbrauchsdaten nur als unternehmensweiter Gesamtwert vor.

Die Darstellung der durchgeführten Analyse kann beispielsweise in Form von Sankey-Diagrammen erfolgen. Klima:aktiv energieeffiziente Betriebe bietet mehrere Tools dazu an, die entweder online auf [www.eebetriebe.klimaaktiv.at](http://www.eebetriebe.klimaaktiv.at) verfügbar (Energieeffizienz-Check <http://www.klimaaktiv.at/tools/energiesparen/effizienzcheck.html>) sind oder im Rahmen von Schulungen (ProTool) erworben werden können.

### Ermittlung der Bereiche mit wesentlichem Energieeinsatz

Zu den Bereichen mit wesentlichem Energieeinsatz gehören alle Anlagen, Einrichtungen, Systeme, Prozesse und das Personal, die wesentlichen Einfluss auf Energieeinsatz und Energieverbrauch haben.

Diese Gruppen werden durch eigens für das Unternehmen ausgewählte Faktoren hinsichtlich des wesentlichen Einflusses bewertet. Häufig verwendete Indikatoren für einen wesentlichen Einfluss können sein:

- Verbrauchshöhe (Anteil am Gesamtenergieverbrauch, z.B. mehr als 10% Anteil am Gesamtenergieverbrauch wird als wesentlicher Energieverbraucher eingestuft)

## Energetische Bewertung

- Energiekostenanteil (z.B. mehr als 10% Anteil an den Gesamtenergiekosten wird als wesentlicher Energieverbraucher eingestuft)

Als Indikatoren für die Wesentlichkeit können aber auch andere Indikatoren herangezogen werden:

- Einsparpotenzial (absolut und/oder relativ)
- Größe der Verbrauchsschwankungen
- Stand der Technik, Alter und/oder Wartungsaufwand der Anlagen
- Einhaltung der Rechtsvorschriften

Diese Kriterien können z.B. im Rahmen einer ABC-Bewertung für die wesentlichen Anlagen, Systeme, Prozesse, und Personal klassifiziert werden. Diese sieht die Bildung jeweils einer A-, B- und C-Klasse vor, wobei definiert werden muss was die jeweilige Klasse umfasst, z.B.

- A wesentlicher Energieeinsatz mit großem Verbesserungspotenzial, Ziele mit oberster Priorität sollten abgeleitet werden
- B mittlerer Energieeinsatz mit mittlerem Verbesserungspotenzial, Ziele mit mittlerer Priorität sollten abgeleitet werden
- C niedriger Energieeinsatz, kein Handlungsbedarf, diese sollte weiterhin beobachtet werden

Als Kriterien für die Bewertung nach A, B oder C kann auch eine Kombination der oben genannten Indikatoren gewählt werden. So kann beispielsweise ein Anlagengruppe oder ein Prozess mit A bewertet werden, wenn der Energieverbrauch über 5% des Gesamtenergieverbrauchs liegt, das Einsparpotenzial als hoch eingestuft wird und das Alter der eingesetzte Technologie über 10 Jahre liegt. Diese Werte sind jedenfalls den unternehmensspezifischen Voraussetzungen anzupassen.

### Ermittlung der Einflussfaktoren

Im Zuge der energetischen Bewertung sind auch jene relevanten Variablen zu identifizieren, die den wesentlichen Energieeinsatz beeinflussen. (= hier: „Einflussfaktoren“, diese werden auch Anpassungsfaktoren, Driver oder Energiefaktoren genannt).

Die häufigsten Einflussfaktoren auf Unternehmensebene sind:

- Das Wetter (ausgedrückt in Heiz- und/oder Kühlgradtagen) für viele Dienstleistungsbetriebe aber auch für Betriebe mit hohem Heiz- und/oder Kühlbedarf.
- Die Höhe der Produktionsleistung.

## Energetische Bewertung

Weitere Einflussfaktoren könnten z.B. die klimatisierte Fläche oder die Anzahl der MitarbeiterInnen sein.

Energieeinsatz	Einflussfaktor
Heizwärmebedarf	Außentemperatur
Klimatisierung	Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit
Beleuchtung	Anzahl der Stunden ohne ausreichendem Tageslicht
Dampfproduktion	Produktionsoutput
Trocknungsprozess	Wassergehalt

Tabelle 0-2: Beispiele für Einflussfaktoren

Zur Bestimmung der Abhängigkeit des Energieeinsatzes und des damit einhergehenden Energieverbrauchs von Einflussfaktoren sollte eine Analyse wie unter Kapitel „Abschätzung des zukünftigen Energieverbrauchs“ beschrieben erfolgen. Das ist keine Normforderung aber jedenfalls empfehlenswert. Voraussetzung dafür ist jedenfalls eine Messung dieser Variablen bzw. der Einflussfaktoren.

Dies kann einfach über die Energieintensität der Produktion erfolgen. Das heißt man multipliziert z.B. den durchschnittlichen **spezifischen Energieverbrauch** (kWh Gesamtenergieverbrauch pro t Produktionsoutput) des Vorjahres mit der aktuellen Produktionsmenge.

Die zweite Möglichkeit besteht in der **Ableitung einer Funktion**. Hier trägt man auf der y-Achse den Energieverbrauch auf und auf der x-Achse die Variable (Einflussfaktor), z.B. Heizgradtage oder Produktionsmenge, nicht wie üblich die Monate!

Im Excel kann man nun eine lineare Regressionsanalyse durchführen und eine sog. Regressionsgerade erstellen lassen. Diese Linie (bzw. die damit generierte Funktion) wird über zwei Parameter beschrieben:

- Einer Konstanten, der imaginäre Schnittpunkt der Gerade mit der y-Achse, d.h. der Abstand der Gerade von der x-Achse. Dies entspricht auch dem Grundenergieverbrauch, der Auftritt auch wenn keine Produktion erfolgt. (In untenstehendem Beispiel 36922)

## Energetische Bewertung

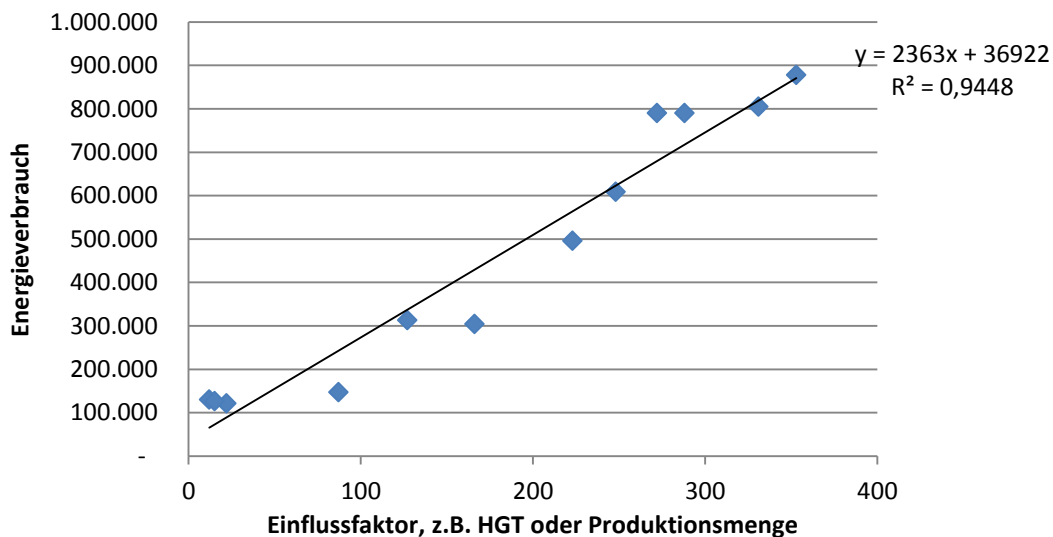
- Die Steigung der Gerade, diese gibt die Abhängigkeit des Energieverbrauchs vom Einflussfaktor an. (In untenstehendem Beispiel 2363 mal x, x steht für die Anzahl der Heizgradtage)

Durch Nutzung von statistischen Kennzahlen, z.B. dem Bestimmtheitsmaßes kann der Zusammenhang der Variable mit dem Energieverbrauch festgestellt werden.

Diese Gerade (Funktion) ermöglicht dann auch für jeden Monat über den ermittelten Monatswert für den Einflussfaktor (Heizgradtage, Produktionsmenge) den erwarteten Energieverbrauch anzugeben und in weiterer Folge mit dem tatsächlichen Energieverbrauch zu vergleichen.

### Monatlicher Energieverbrauch in Abhängigkeit des Einflussfaktors

Abbildung 0-1 Monatlicher Energieverbrauch in Abhängigkeit des Einflussfaktors



Das **Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ )** ist ein Maßstab dafür, inwieweit das Regressionsmodell die Abweichungen des Energieverbrauchs (vom Mittelwert) erklärt. Die Werte bewegen sich zwischen 0,0 und 1,0. Ein  $R^2$  von 0,0 bedeutet, keine der Abweichungen wird erklärt, 1 bedeutet das Modell erklärt die Abweichungen zu 100%. In diesem Fall weist der Wert von 0,9448 auf ein sehr gutes Modell hin.

## Energetische Bewertung

### Bestimmung der derzeitigen energiebezogenen Leistung von Anlagen/Standorten, Einrichtungen, Systemen und Prozessen

Die Bestimmung der energiebezogene Leistung von Anlagen/Standorten, Einrichtungen, Systemen und Prozessen bezüglich der ermittelten wesentlichen Energieeinsatzbereiche umfasst die Beurteilung sowohl des Energieverbrauchs und -einsatzes als auch der Energieeffizienz!

Der Energieverbrauch für Prozesse und Systeme muss entweder über eine Messung, eine Berechnung oder Abschätzung für die wesentlichen Energieeinsatzbereiche erhoben und dokumentiert werden. Diese Beurteilung soll die Möglichkeit bieten, regelmäßig (am besten jährlich) fortgeschrieben zu werden. Falls für die erste energetische Bewertung temporäre Messstellen errichtet werden, sollte das dokumentiert und festgelegt werden, wie dieser Wert aktualisiert werden kann.

Für die Bestimmung der Energieeffizienz erfolgt am einfachsten mittel Energieleistungskennzahlen (z.B. Energieverbrauch/Produkteinheit).

Wesentlicher Energieeinsatzbereich	Energieleistungskennzahl*	Einflussfaktor
Druckluftkompressor	Volumenstrom im Verh. zu Stromverbrauch [kWh/Nm <sup>3</sup> ]	Druckluftmenge
Druckluftkompressor	Anteil Volllaststunden an Betriebsstunden	Produktionsmenge
Gebäudeheizung	Heizlast im Verhältnis zu Heizgradtage (HGT), Belegung	Heizgradtage HGT, Belegung

Tabelle 0-3: Beispiele für Energieleistungskennzahlen und Einflussfaktoren auf der Ebene wesentlicher Einsatzbereiche

## Energetische Bewertung

### *Abschätzung des zukünftigen Energieverbrauchs*

Die Abschätzung des zukünftigen Energieverbrauchs wird meist nur auf Unternehmensebene durchgeführt, kann aber auch für einzelne Anlagen erfolgen. Beispiele sind Produktionslinien oder die Druckluft- oder Kältestation.

#### A) Abschätzung über Vergleich mit Vorperioden

Die einfachste und häufigste Methode ist der Vergleich des Jahresverbrauchs aus dem Vorjahr, dabei wird implizit erwartet, dass dieser Verbrauch wieder auftritt. Diese Kennzahl ist leicht zu erheben, Einflussfaktoren bleiben dabei aber unberücksichtigt, außerdem können unterjährig (z.B. auf Monatsbasis im Mai) noch keine Aussagen über die Energieverbrauchsentwicklung gemacht werden.

Hier gibt es allerdings eine gute Möglichkeit mit diesem Problem umzugehen und den erwarteten Jahresenergieverbrauch auch unterjährig zu errechnen: Zur monatlichen Verfolgung des jährlichen Energieverbrauchs werden einfach die Verbrauchswerte der letzten 12 Monate zusammengerechnet. Damit kann man dann auch z.B. im Mai ein Jahresstromverbrauch errechnet werden. Der Dezemberwert ist dann auch der Jahresstromverbrauch des jeweiligen Jahres.

Eine weitere Möglichkeit bietet der Vergleich des Monatsverbrauchs mit dem des Vorjahres. Am besten eignet sich dieses Vorgehen für Unternehmen, deren Verbrauch insbesondere saisonal aber kaum von anderen Variablen abhängig ist. Nachteilig sind, dass Ausreißer gekennzeichnet werden müssen und dass Wettereinflüsse unberücksichtigt bleiben. Diese Abweichung kann aber aufgrund des Vergleichs auf Monatsbasis aber nicht sehr groß und damit vernachlässigbar sein.

Werden im nächsten Jahr neue Anlagen in Betrieb genommen oder gibt es einen Neubau eines Gebäudes, muss der zukünftig geschätzte bzw. berechnete Energieverbrauch für diese Einheiten einberechnet werden (z.B. Planer- Herstellerangaben).

#### B) Spezifischer Energieverbrauch zur Ermittlung des zukünftigen Energieverbrauchs

Dabei wird der spezifische Energieverbrauch pro Produktionseinheit z.B. für ein Jahr errechnet. Dieser Wert wird mit der geplanten Produktion für das nächste Jahre multipliziert und daraus der zukünftige Energieverbrauch errechnet. Voraussetzung ist eine Produktionsplanung zumindest für das nächste Jahr.

#### C) Ermittlung des zukünftigen Energieverbrauchs mit Hilfe der Regressionsanalyse

## Energetische Bewertung

Eine dritte Möglichkeit besteht darin, den Energieverbrauch über ein mathematisches Modell zu berechnen. Die unter dem Kapitel Ermittlung der Einflussfaktoren beschriebene Gerade (Funktion) ermöglicht es z.B. für jeden Monat über den ermittelten Monatswert für den Einflussfaktor (Heizgradtage, Produktionsmenge) den erwarteten Energieverbrauch anzugeben und in weiterer Folge mit dem tatsächlichen Energieverbrauch zu vergleichen.

### **Erstellung einer Liste mit Verbesserungspotenzialen**

Das Ergebnis der energetischen Bewertung sind energiebezogene Verbesserungspotenziale, die aufgezeichnet und priorisiert werden müssen. Diese müssen sich in den Zielen wiederfinden.