



Supported by

Intelligent Energy  Europe

EIE/04/246/S07.38678

BESS - Benchmarking and Energy management Schemes in SMEs

Erläuterung des Web-basierten BESS Benchmarking Systems

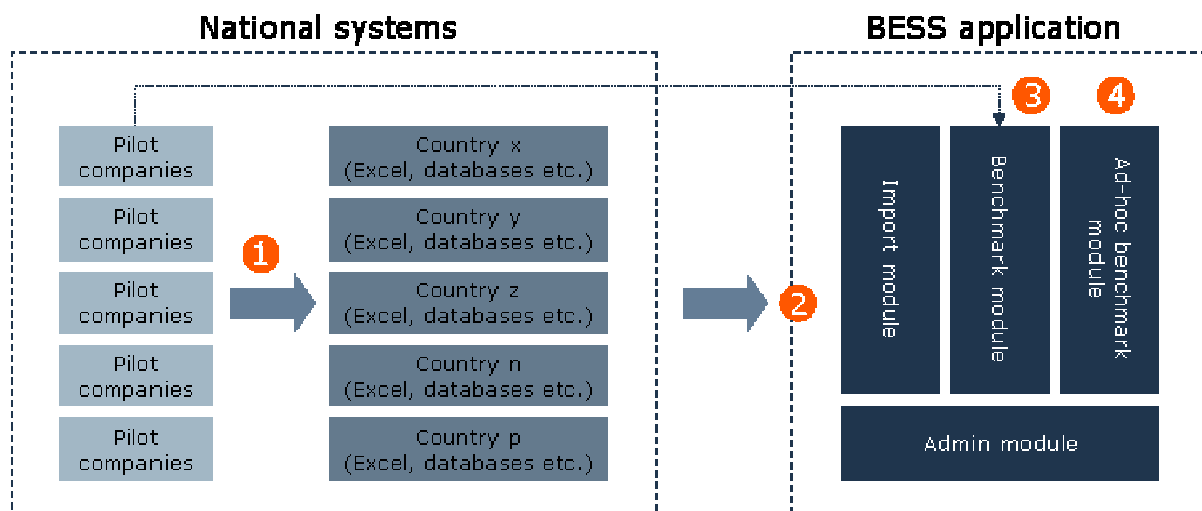
BESS – Web basiertes Benchmarking System

Im Rahmen des BESS-Projektes wird ein internationales Benchmarking System aufgebaut mit dem es im ersten Schritt möglich sein wird, den „spezifischen Energieverbrauch pro Tonne gewichteten Produktionsmix“ zu vergleichen. Die ersten Unternehmen, die ihre Daten in das System einspeisen werden, gehören der Lebensmittelbranche an.

Das System basiert auf dem Norwegischen Benchmarking System in dem bereits ein Großteil der norwegischen Industriebetriebe (63 % des industriellen Energieverbrauchs) vertreten sind.

Der Zugang zum BESS Benchmarking System erfolgt über die BESS Website www.bess-project.info und steht zu Beginn nur registrierten Nutzern zur Verfügung. Auch das ad-hoc Benchmarking steht während der Pilotphase nur den Pilotunternehmen zur Verfügung.

Wie das Benchmarking System funktioniert zeigt die folgende Abbildung:



1. Die Pilotunternehmen geben ihre Daten in das nationale Datenerhebungsblatt ein. Dieses Excel-Formular wird den Unternehmen per E-Mail vom nationalen Administrator (für Österreich ist das die Österreichische Energieagentur) zugesandt.
2. Der nationale Administrator überprüft die Daten und gibt sie anonymisiert an das BESS Benchmarking System weiter. Nur der nationale Administrator kennt die Daten und den Firmennamen. Für die Weitergabe der Daten an das Benchmarking System erstellt der nationale Administrator für jedes Pilotunternehmen einen GUID-Code (Globally Unique Identifier, eine einmalige 128-bit Nummer die automatisch generiert wird: <http://www.webopedia.com/TERM/G/GUID.html>). Dadurch ist die Anonymität der Pilotunternehmen gewährleistet.
3. Nachdem die Daten an das Benchmarking System weitergeleitet wurden, können die Pilotunternehmen in das Benchmarking System einsteigen (über die Website) und ihren Energieverbrauch mit dem anderer registrierter Unternehmen der selben Branche vergleichen. Dabei besteht die Möglichkeit die Daten mit oder ohne Anpassungsfaktoren (siehe Seite 6) zu betrachten.

4. Nicht registrierte Unternehmen können mit dem ad-hoc Benchmarking ihre Daten eingeben und mit den gespeicherten Daten der registrierten Unternehmen vergleichen. Die Daten der ad-hoc User werden nicht gespeichert. Dieser ad-hoc Zugang wird jedoch erst nach Beenden des BESS Projektes freigegeben.

Output des Benchmarking Systems

Schon zu Beginn der Pilotphase stehen den Pilot-Molkereien Vergleichsdaten von 45 Norwegischen Molkereien zur Verfügung. Diese Daten wurden vom Norwegischen System in das BESS Benchmarking System importiert. Die eingegebenen Daten der Pilotunternehmen aus 11 Ländern kommen dann zum BESS Benchmarking System dazu.

Die Ergebnisse des Benchmarking Systems werden anhand von vier verschiedenen Diagrammen dargestellt, wobei der Wert des eigenen Unternehmens immer als grüner Balken erscheint, die restlichen Unternehmen erscheinen in grau.

- Diagramm 1: Spezifischer Energieverbrauch aller Unternehmen des gewählten Sektors
- Diagramm 2: Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs (Unterschied zum letzten Jahr in Prozent)
- Diagramm 3: Durchschnittlicher Energieverbrauch des Sektors im Vergleich zum Verbrauch des Unternehmens
- Diagramm 4: Qualität des Energiemanagementsystems nach den Ergebnissen der BESS EM-Checkliste.

Alle Diagramme können mit unterschiedlichen Filtern betrachtet werden. Sie können die Länder mit denen Sie sich vergleichen wollen wählen, die Einheit (kWh oder MJ) und welche Anpassungsfaktoren angewandt werden sollen. Die Auswahl der Filter erfolgt einfach indem Sie die entsprechenden Kästchen anklicken. Folgende Optionen bestehen:

- Länder
- Energieeinheit
- Produktionsmix mit Äquivalenzfaktoren
- Kesselwirkungsgrad
- Kapazitätsauslastung
- Klimatische Anpassung

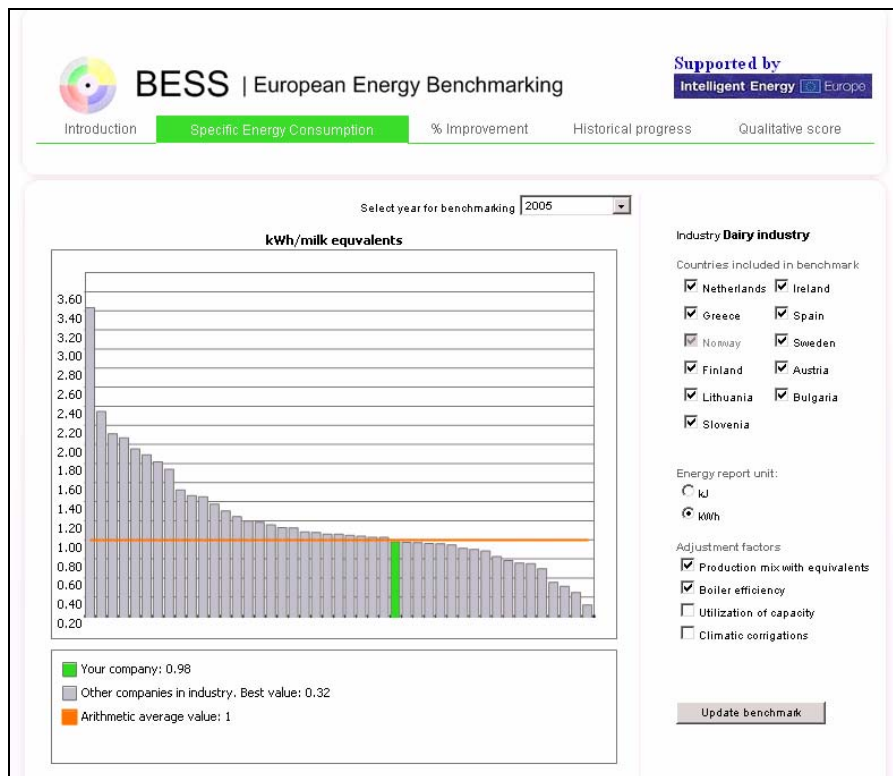


Diagramm 1: Spezifischer Energieverbrauch aller Unternehmen des gewählten Sektors.

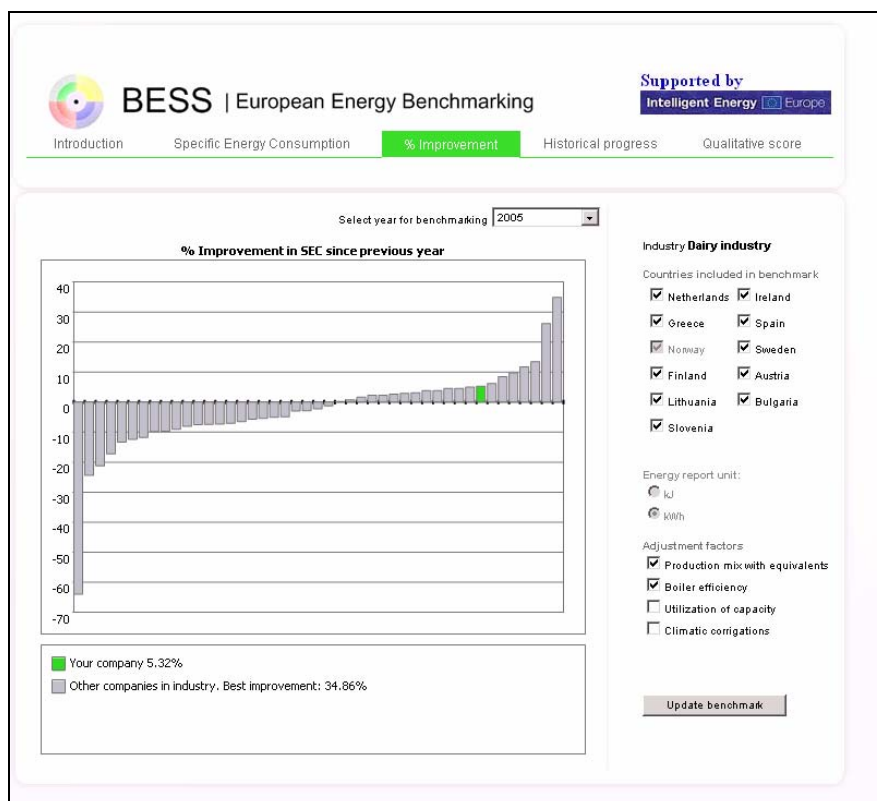


Diagramm 2: Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs (Unterschied zum letzten Jahr in Prozent).

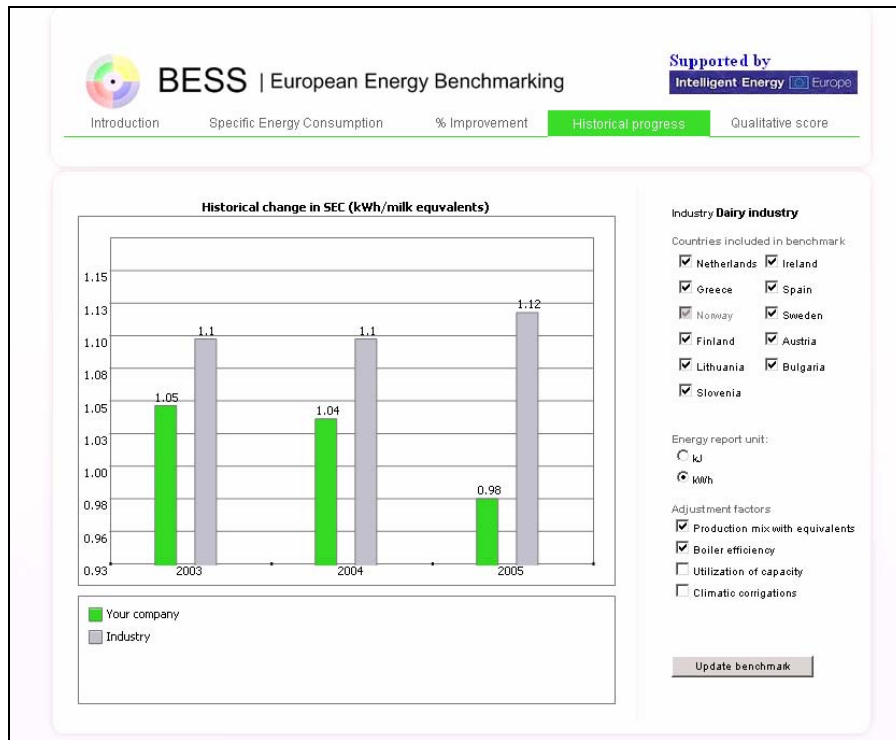


Diagramm 3: Durchschnittlicher Energieverbrauch des Sektors im Vergleich zum Verbrauch des Unternehmens.

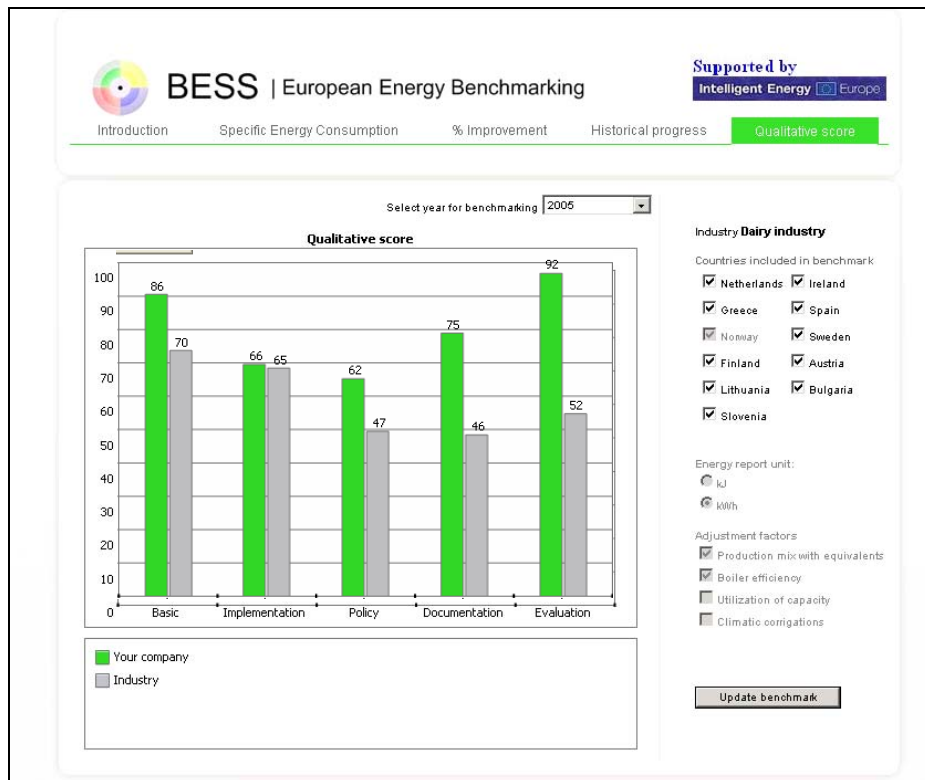


Diagramm 4: Qualität des Energiemanagementsystems nach den Ergebnissen der BESS EM-Checkliste.

Anpassungsfaktoren

Im Benchmarkingsystem sind für vier Bereiche Anpassungsmöglichkeiten vorgesehen: Klima, Kesselwirkungsgrad, Kapazitätsauslastung und Produktionsmix. Die Nutzer des internationalen webbasierten Benchmarkingsystems haben die Möglichkeit zu wählen, ob sie die Anpassungsfaktoren berücksichtigen möchten oder nicht. Im Folgenden werden die verschiedenen Anpassungsmöglichkeiten erklärt.

Klimatische Anpassung

Zur Ermittlung einer aussagekräftigen und gut vergleichbaren Kennzahl ist es wünschenswert, den Energieverbrauch dem Heizungs- und Kühlungsbedarf in verschiedenen Klimazonen anpassen zu können. Aus diesem Grund müssen Klimafaktoren berücksichtigt werden. Heizgradtage reduzieren das lokale Klima auf eine einzelne Zahl die angibt, wie kalt es in einer bestimmten Periode war. Tabelle 1 zeigt die durchschnittlichen Heizgradtage (HGT) für die BESS Projektländer.

Tabelle 1: Durchschnittliche Heizgradtage (HGT) für einige Europäische Länder.
Quelle: Odyssee-Mure Datenbank

Land	HGT
Griechenland	1461
Spanien	2152
Irland	2343
Bulgarien	2798
Slowenien	2863
Belgien	3015
Österreich	3132
Niederlande	3200
Schweden	3855
Litauen	4114
Norwegen	4362
Finnland	4818
EU	2559

Es gibt verschiedene Methoden Heizgradtage zu berechnen, wobei alle von einer „Basistemperatur“ ausgehen. Für das Heizen ist diese Basistemperatur jene Außentemperatur, bei der kein Heizaufwand nötig ist, um das Gebäude in einer angenehmen Temperatur zu halten. Die Heizgradtage eines Jahres ergeben sich durch die Subtraktion der Durchschnittstemperatur eines Tages von der Basistemperatur, aufsummiert für alle Tage des Jahres.

Im BESS Projekt wird von einer Basistemperatur von 18°C ausgegangen.

$$\text{Heizgradtage, HGT} = 18 - T_{\text{durchschnittlich}}$$

aufsummiert für alle Tage eines Jahres.

Kühlgradtage können in ähnlicher Weise kalkuliert werden, sind jedoch nicht im BESS Projekt vorgesehen.

Die beste Methode zur Anpassung von Klimaunterschieden ist die Verwendung der Heizgradtage jenes Ortes an dem das Unternehmen angesiedelt ist für das aktuelle Vergleichsjahr. Sollten diese Daten nicht zur Verfügung stehen, können die Heizgradtage des Landes verwendet werden (vorzugsweise für das aktuelle Jahr). Das Klima von Brüssel wird als das „Normalklima“ zur Anpassung der Klimafaktoren herangezogen.

In Produktionsbetrieben hängt nur ein Teil des Energieverbrauchs vom Klima ab. Dieser Teil ist je nach Industriezweig unterschiedlich hoch und kann nicht leicht verallgemeinert werden. Daher ist es nötig, den durchschnittlichen klimaabhängigen Anteil des thermischen Energieverbrauchs eines Unternehmens anzugeben, will man klimatische Anpassungen vornehmen.

Der **klimaabhängige Anteil** des thermischen Energieverbrauchs wird dann durch die Heizgradtage des Unternehmens/Landes dividiert und mit den Heizgradtagen von Brüssel multipliziert.

Beispiel 1:

Klimatisch angepasster thermischer Energieverbrauch = thermische Energie * ((1- heizungsabhängiger Anteil) + heizungsabhängiger Anteil * Heizgradtage (Brüssel) / Heizgradtage (Land A))

$$E (\text{thermisch}) = 30\,000 \text{ GJ/Jahr} * ((1-0.2) + 0.2 * 3015/1500) = 36\,060 \text{ GJ/Jahr}$$

Wäre dieses Unternehmen in Brüssel anstatt in Südeuropa ansässig, hätte es um 20% mehr thermische Energie aufgrund der klimatischen Unterschiede verbraucht.

Kesselwirkungsgrad

Der von den Unternehmen angegebene Energieverbrauch stellt den tatsächlichen Verbrauch dar. Es werden jedoch zusätzlich Angaben zu den jährlichen Kesselwirkungsgraden für sämtliche Energieträger des Unternehmens abgefragt. Dadurch ist es möglich, den Nettoenergieverbrauch der Produktionsanlagen ohne die Unterschiede bei der Energieumwandlung im Unternehmen, zu vergleichen.

Beispiel 2:

Nettoenergieverbrauch = Energieträger A * Kesselwirkungsgrad A + Energieträger B * Kesselwirkungsgrad B....

$$E_{\text{netto}} = 10\,000 \text{ GJ/Jahr} * 1 + 30\,000 \text{ GJ/Jahr} * 80/100 = 34\,000 \text{ GJ/Jahr}$$

Kapazitätsauslastung

Der spezifische Energieverbrauch steigt oft an wenn die Produktionskapazität nicht vollkommen ausgenutzt wird. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Grundenergieverbrauch auf weniger Produkte aufgeteilt wird, als dies bei einer vollen Auslastung der Fall wäre. Das Ziel der Anpassung aufgrund einer verringerten Kapazitätsauslastung ist es, die Auswirkung der Änderung der Produktionsrate von anderen Variablen und Effizienzveränderungen abzugrenzen. Anpassungen sollten nur für externe Faktoren (die außerhalb des Einflussbereiches des Unternehmens liegen) vorgenommen werden.

Wenn Anpassungen aufgrund von niedrigeren Kapazitätsauslastungen vorgenommen werden, wird der Grundenergieverbrauch um den Anteil des Grundenergieverbrauchs bei voller Auslastung verringert. Beträgt beispielsweise der Grundenergieverbrauch bei voller Auslastung 30%, könnte er auf 35% steigen wenn die Auslastung nur mehr 80% beträgt. Der Grundenergieverbrauch würde dann einen zu hohen Anteil am Gesamtenergieverbrauch darstellen, weshalb er auf das Niveau bei voller Auslastung gesenkt werden sollte. Siehe dazu Abbildung 1 und Beispiel 3.

Beispiel 3:

Ein Unternehmen erzeugt 10000 Tonnen bei voller Kapazitätsauslastung und braucht dafür 10 GWh. Damit beträgt der spezifische Energieverbrauch (SEV) 1 kWh/kg. Bei einer Auslastung von 80% beträgt die Produktion 8000 Tonnen bei 8,6 GWh, womit der SEV 1.08 kWh/kg beträgt. 35% dieses Energieverbrauchs werden für produktionsunabhängige Prozesse (wie Heizen, Beleuchten, Waschen) verwendet. Dieser Anteil könnte nun angepasst werden, da es unfair erscheint diesen verhältnismäßig hohen Wert anzusetzen. Der angepasste Energieverbrauch wird dann zu

$$8.6 * 0.35 * 0.8 + 8.6 * (1 - 0.35) = 8.0 \text{ GWh}$$

indem der produktionsunabhängige Anteil des Energieverbrauchs auf eine Auslastung von 80% angepasst wird. Der angepasste spezifische Energieverbrauch ist dann 1.0 kWh/kg. Das entspricht dem SEV bei voller Auslastung. In diesem Beispiel hat sich lediglich die Kapazitätsauslastung verändert, andere Faktoren die den Gesamtenergieverbrauch auch beeinflussen könnten werden hier nicht berücksichtigt, um zu zeigen, wie mit verschiedenen Auslastungen umgegangen wird.

Die Auslastung der Produktionskapazität könnte als die Auslegungskapazität der Anlage zu normalen Arbeitszeiten definiert werden. Eine geeignete Vorgangsweise zur Berechnung der Auslastung der Produktionskapazität ist die Division des tatsächlichen Einsatzes an Rohmaterial durch den Einsatz für den die Anlage ausgelegt ist. Für Molkereien wäre das die verarbeitete Rohmilch, für Bäckereien die verbrauchte Menge an Mehl und für die Fleischverarbeitende Industrie die eingekaufte Menge Fleisch.

Eine Möglichkeit den **produktionsunabhängigen Anteil** des Energieverbrauchs zu ermitteln besteht darin, den Energieverbrauch mit produktionsabhängigen Werten die in regelmäßigen Intervallen (täglich, wöchentlich, monatlich ...) aufgezeichnet wurden, abzubilden. Die meisten Prozesse werden ein Muster erkennen lassen, durch das eine Gerade (Ausgleichsgerade) gezogen werden kann. Diese Linie zeigt den Zusammenhang zwischen Energieverbrauch und seinem Verursacher (in diesem Fall, Produktion). Der Schnittpunkt mit der Y-Achse zeigt den produktionsunabhängigen Anteil des Energieverbrauchs, siehe Abbildung 2.

Zur Ermittlung des produktionsunabhängigen Anteils am Energieverbrauch mit der aktuellen Produktionsrate wird der Grundenergieverbrauch durch den aktuellen Energieverbrauch mit der aktuellen Kapazitätsauslastung dividiert. Natürlich sollte dieser Anteil nicht zu hoch sein, da davon ausgegangen wird, dass der Energieverbrauch in hohem Maße von der Produktion abhängig ist. Ist dies nicht der Fall, muss eine andere Methode gewählt werden (z.B. Energieverbrauch pro m² geheizte Fläche).

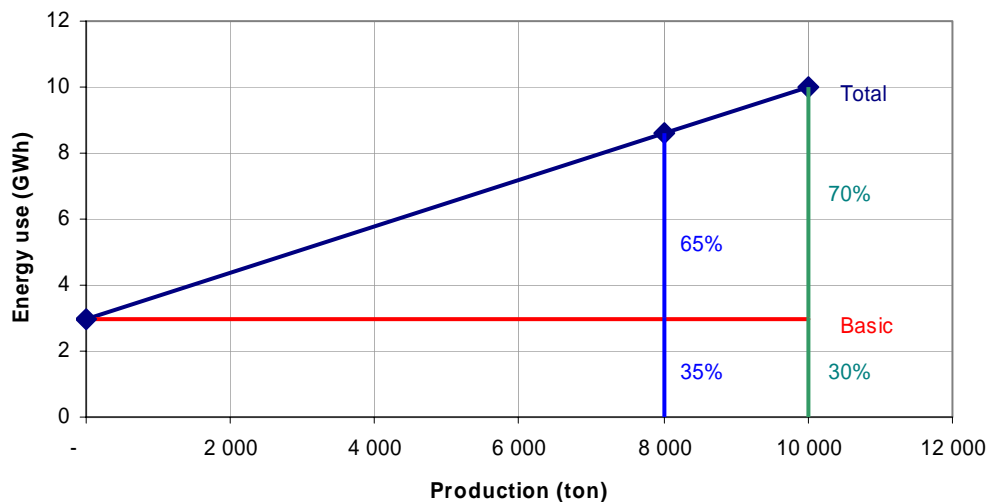


Abbildung 1: Der Anteil des Grundenergieverbrauchs steigt, wenn die Kapazitätsauslastung sinkt

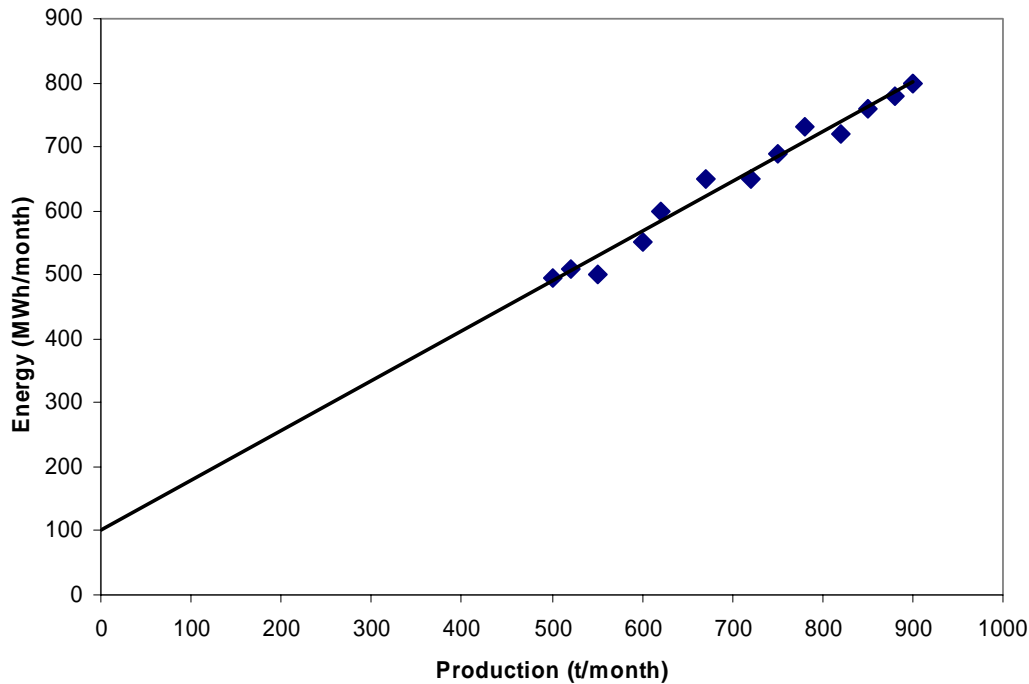


Abbildung 2: Monatlicher Energieverbrauch vs. Produktionsvolumen. Der Schnittpunkt mit der Y-Achse gibt den Grundenergieverbrauch an (im Beispiel 100 MWh/Monat).

Produktionsmix mit Äquivalenzfaktoren

Manche Industriebranchen weisen eine hohe Produktdiversität mit unterschiedlichen Energieverbräuchen für die einzelnen Produkte auf. Homogene Unternehmensgruppen mit den selben Produkten und Anlagentypen und ähnlichem Produktionsvolumen sind am besten für Kennzahlenvergleiche geeignet. Da es oft nicht möglich ist, solche homogenen Gruppen zu bilden, ist eine Anpassung der unterschiedlichen Produkte bezüglich ihres spezifischen Energieverbrauchs mit Hilfe von Äquivalenzfaktoren nötig. Im Norwegischen System wurden bereits Äquivalenzfaktoren für Milch- und Fleischverarbeitende Unternehmen bestimmt. Diese werden auch im BESS Benchmarkingsystem für alle Länder verwendet, wenn sich der Nutzer mit Unternehmen unterschiedlichen Produktsortiments vergleichen will. Im Laufe des Projekts werden eventuell neue Faktoren berechnet die dann die Norwegischen Werte ersetzen.

In der Bäckereiindustrie wird die Menge an Mehl mit 1.35 multipliziert um das Produktionsvolumen von Brot zu ermitteln. Es gibt hier keine Anpassungsfaktoren für unterschiedliche Produktsortimente.

Beispiel 4:

Produktionsvolumen in Bäckereiindustrie = 1.35 * Tonnen Mehl

In der **Fleischverarbeitenden Industrie** werden die Äquivalenzfaktoren in Tabelle 2 genutzt, wenn eine Anpassung unterschiedlicher Produktsortimente gewählt wird. Wird Benchmarking

ohne Berücksichtigung des unterschiedlichen Sortiments gewählt, werden die Mengen aller Produkte addiert (ohne Gefriergut).

Tabelle 2 **Produktanpassungsfaktoren in der Fleischverarbeitenden Industrie**

Produkt	Äquivalenzfaktor
Geschlachtete Horntiere	1
Geschlachtete Schweine	1
Andere geschlachtete Tiere	1
Erzeugtes gekochtes/gebratenes Fleisch	2.9
Erzeugtes geräuchertes Fleisch	5.7
Andere Fleischverarbeitungen	1
Gefriergut	1.4

Beispiel 5:

*Angepasste Produktion in der Fleischverarbeitenden Industrie = 1 * Tonnen Schlachtvieh + 2.9 * Tonnen gekochtes / gebratenes Fleisch + 5.7 * Tonnen geräuchertes Fleisch + 1 * Tonnen "anderes Fleisch" + 1.4 * Tonnen Gefriergut*

Nicht angepasste Produktion = Tonnen Schlachtvieh + Tonnen gekocht / gebraten + Tonnen geräuchert + Tonnen "anderes Fleisch"

In der **Milchverarbeitenden Industrie** werden die in Tabelle 3 angegebenen Äquivalenzfaktoren verwendet, wenn die Anpassung unterschiedlicher Produktsortimente gewählt wird. Wird Benchmarking ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Sortimente gewählt, werden die Mengen aller gelieferten Milchprodukte und Säfte addiert.

Table 3 **Produktanpassungsfaktoren in der Milchverarbeitenden Industrie**

Produkt	Äquivalenzfaktor
Verarbeitete Rohmilch	0
Süßmilchprodukte	0.209
Sauermilchprodukte	0.657
Becherprodukte	0.966
Hartkäse	1.925
Braunkäse	3.663
Andere Käsesorten	2.854
Kasein	1.952
Getrocknete Produkte	3.812
Butter /Butterschmalz	0.800
Konserven	0.787
Versandmilch	0.076
Säfte, Eistee, Dressings etc.	0.209

Beispiel 6:

Angepasste Produktion in Molkereien = 0.209 * Liter Süßmilchprodukte + 0.657 * Liter Sauermilchprodukte + 0.966 * Liter Becherprodukte + 1.925 * kg Hartkäse + 3.663 * kg Braunkäse + 2.854 * kg andere Käsesorten + 1.952 * kg Kasein + 3.812 * kg getrocknete Produkte + 0.800 * kg of Butter /Butterschmalz + 0.787 * kg Konserven + 0.076 * Liter Versandmilch + 0.209 * Liter Säfte u. ä.

Nicht angepasste Produktion = Liter Rohmilch + Liter Säfte u. ä.