

## Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS)



### Wie arbeite ich mit GEMIS 4.4?

Schritt für Schritt – Anleitung (Tour)

#### **Tour 5: Die Globalschalter in GEMIS**

Uwe R. Fritsche/Klaus Schmidt

#### **Öko-Institut (Institut für angewandte Ökologie e.V.)**

**Büro Darmstadt**

Rheinstr. 95  
D-64295 Darmstadt  
Tel. 06151-8191-0  
FAX 06151-8191-33

**Geschäftsstelle Freiburg**

Merzhauser Str. 173  
D-79100 Freiburg  
Tel. 0761-45295-0  
FAX 0761-45295-88

**Büro Berlin**

Novalisstr. 10  
D-10115 Berlin  
Tel. 030-280-486-80  
FAX 030-280-486-88

<http://www.oeko.de/>  
[www.gemis.de](http://www.gemis.de)

**Darmstadt, September 2006**



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Ziele dieser Tour .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Globalschalter „Bau-Vorleistungen“ .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>Globalschalter „nichtstationärer Transport“ .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Globalschalter “Gutschriften” .....</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Globalschalter „Ressourcennutzung = 100%“ .....</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Globalschalter „behandelte/deponierte Reststoffe werden nicht im Ergebnis berücksichtigt“ .....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Globalschalter: Nutze gespeicherte Umsatzdaten? .....</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>Globalschalter: Wahl der Bezugsbasis Heizwert-Brennwert .....</b>	<b>7</b>



## 1 Ziele dieser Tour

Mit Hilfe dieser Schritt-für-Schritt-Anleitung werden Sie lernen, mit den Globalschaltern in GEMIS 4.4 zu arbeiten, um Ihre Ergebnisse genauer auf ihre Sensitivität gegenüber den gewählten Systemgrenzen (Betrachtungshorizont der Lebenswegberechnung) hin zu untersuchen.

In GEMIS 4.4 gibt es die sieben Globalschalter, die über das Menü **Extras\Einstellungen** eingestellt werden:

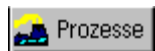
- Bau-Vorleistung
- nichtstationärer Transport
- Gutschriften
- Ressourcennutzung = 100%
- keine Berücksichtigung verwerteter Reststoffe
- Nutzung gespeicherter Umsatzdaten
- Heizwert oder den Brennwert als Bezug aller energieabhängigen Kenngrößen.

Im Folgenden wird die Nutzung dieser Schalter einzeln erläutert.

## 2 Globalschalter „Bau-Vorleistungen“


Ist dieser Schalter gesetzt, so werden bei allen Rechnungen in GEMIS die ggf. vorhandenen Materialvorleistungen zum Bau **aller** Prozesse berücksichtigt. Der Einfluss dieses Schalters soll am Beispiel einer Gas-Heizung demonstriert werden.

Schritt 1: Starten Sie GEMIS, laden Sie das Projekt Standard und klicken Sie auf



Schritt 2: Öffnen Sie die Karte Filter.


Schritt 3: Geben Sie als Suchwort „Gas-Heizung“ ein..

Schritt 4: Markieren Sie den Prozess *Gas-Heizung-DE-2000*, der als Beispiel dienen soll. Wählen Sie über Menü Extras\Einheiten die kWh als Energieeinheit und berechnen Sie die Ergebnisse für diesen Prozess, indem Sie auf Karte Ergebnisse auf den Button  klicken.

Nach kurzer Zeit können Sie in der Karte Ergebnisse unter der Überschrift „Treibhausrelevante Emissionen in die Luft“ sehen, dass bei einer kWh bereitgestellter Raumwärme z.B. rd. 0,269 kg CO<sub>2</sub> emittiert werden<sup>1</sup>. In diesem Wert sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus den Prozessen zur **Herstellung** der Gas-Heizung, der Gaspipeline, der Gas-Aufbereitung, der Gas-Förderung usw. berücksichtigt.

<sup>1</sup> Beachten Sie: die Einheiten können Sie im Menü **Extras – Einheiten** festlegen.

Sie können GEMIS 4.4 nun veranlassen, dass es die Emissionen ignoriert, die aus den Prozessen zur Herstellung resultieren – dazu gehen Sie folgendermaßen vor:

Schritt 5: Wählen Sie im Menü **Extras** die Option **Einstellungen** und deaktivieren Sie den Haken beim Globalschalter “Bau-Vorleistung” – einfach einmal anklicken, und der Haken verschwindet. Vergessen Sie nicht, danach auf  zu klicken - Ihre Einstellungen werden erst übernommen, wenn Sie auf die OK-Schaltfläche klicken.

Schritt 6: Berechnen Sie erneut die Ergebnisse für den Prozess *Gas-Heizung-DE-2000*.

Der neue Wert lautet rd. 0,266 kg CO<sub>2</sub> und ist etwas kleiner als der Wert, der sich bei gesetztem Globalschalter “Bau-Vorleistung” ergab ( rd. 0,269 kg ).

Sie haben nun ermittelt, wie groß der Einfluss der Materialvorleistungen für die Wärme aus einer Gasheizung ist – ungefähr 1 % bei CO<sub>2</sub>.

Es gibt natürlich Prozesse, bei denen die Herstellung (Materialvorleistung) wesentlich relevanter ist – z.B. Solarzellen (in GEMIS: Solar-PV-...) oder auch Atomkraftwerke. Sie können dies nun selbst untersuchen – und beachten Sie: der Globalschalter „Bau-Vorleistung“ funktioniert natürlich auch für Szenarien !

### 3 Globalschalter „nichtstationärer Transport“

Ist dieser Schalter gesetzt, so werden alle Transporte (auch in Vorketten) bei der Emissionsberechnung von GEMIS berücksichtigt. Der Globalschalter „nichtstationärer Transport“ bestimmt nun, ob **nicht ortsfeste** (nichtstationäre) Transportprozesse darin enthalten sind oder nicht.

Nichtstationäre Transportprozesse sind Schiffs-, Lkw-, Zugtransporte u.ä., während stationäre (ortsfeste) Transportprozesse z.B. Stromtrassen und Pipelines sind.

Um den Effekt dieses Globalschalters am Beispiel eines Biogas-BHKW zu sehen, gehen Sie wie folgt vor:


Schritt 1: Setzen Sie wieder über Menü Extras/Einstellungen alle Globalschalter bis auf „Nutze gespeicherte Umsatzdaten?“. Öffnen Sie dann die Karte Filter und geben Sie als Suchwort „Biogas-BHKW“ ein. Markieren Sie dann den Prozess *Biogas-BHKW-Kat-050/Gas-Darmstadt* in der Prozessliste.

Schritt 2: Berechnen Sie wieder die Ergebnisse für diesen Prozess.

Nach kurzer Zeit erscheint die Emissionstabelle für das gewählte Biogas-BHKW. Sie können sehen, dass ca. -0,52694 kg CO<sub>2</sub> bei einer kWh Elektrizitätserzeugung von der gesamten Prozesskette emittiert werden.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des LKW, der Gülle vom Bauernhof zur Biogasanlage transportiert, sind darin enthalten.

Nun soll die gleiche Rechnung ohne die Transporte durchgeführt werden:

Schritt 3: Wählen Sie das Menü **Extras\Einstellungen** und **deaktivieren** Sie den Haken beim Globalschalter „nichtstationärer Transport“. Lassen Sie alle anderen Globalschalter bis auf „Nutze gespeicherte Umsatzdaten?“ gesetzt. Vergessen Sie nicht, danach auf  zu klicken.

Schritt 4: Berechnen Sie erneut Ergebnisse für den Prozess *Biogas-BHKW-Kat-050/Gas-Darmstadt* (siehe Schritt 2).

Der neue Wert beträgt -0,52662 kg CO<sub>2</sub> und ist damit etwas größer als die obigen -0,52694 kg CO<sub>2</sub>.

Die Differenz von 0,0003 kg CO<sub>2</sub> stellt den Beitrag des nichtstationären Transports dar – in diesem Fall ist er sehr gering.


Bei anderen Prozessen (z.B. Steinkohle-Import, Öl-Tanker u.ä.) sind Transporte von größerer Bedeutung – Sie können dies nun einfach herausfinden.

## 4 Globalschalter “Gutschriften”

Ist dieser Schalter gesetzt, so werden Gutschriften für gekoppelt erzeugten Strom oder gekoppelt erzeugte Wärme berücksichtigt, wenn GEMIS die Emissionen von KWK-Prozessen berechnet.

Die Gutschrift erfolgt jeweils für das Nebenprodukt: erzeugt das KWK-System Strom, erhält es eine Wärmegutschrift – und soll es als Wärmelieferant dienen, bekommt es eine Stromgutschrift<sup>2</sup>. Mit dem Globalschalter „Gutschriften“ können Sie GEMIS mitteilen, ob es Gutschriften berücksichtigen soll oder nicht.

Als Beispiel diene der Prozess *Gas-BHKW-Kat-050-th/el-StK*.


Schritt 1: Setzen Sie bis auf „Nutze gespeicherte Umsatzdaten?“ wieder **alle** Globalschalter über das Menü **Extras\Einstellungen** und schließen Sie dann das Auswahlfenster durch Klicken auf . Geben Sie dann auf Karte Filter „Gas-BHKW“ ein und markieren Sie den Prozess „Gas-BHKW-Kat-050-th/el-StK“.

Schritt 2: Berechnen Sie die Ergebnisse.

Nach kurzer Zeit erscheint die Emissionstabelle für den gewählten KWK-Prozess. Es ergibt sich ein Wert von -0,031096 kg CO<sub>2</sub>. Dieser Wert beinhaltet eine Gutschrift für den parallel zur Wärme erzeugten KWK-Strom auf der Basis eines neuen Steinkohle-Kondensations-Kraftwerks. Da die Gutschrift größer ist als die **gesamte** CO<sub>2</sub>-Emission des Gas-BHKW, ist das Resultat negativ.

<sup>2</sup> In der GEMIS-Online-Hilfe ist die Vergabe von Gutschriften bei KWK-Prozessen erklärt, siehe ggf. auch dort unter Glossar. Eine spezielle Tour zu KWK-Prozessen stellt Tour #6 dar.

Im Folgenden berechnen Sie die Emissionen ohne Berücksichtigung der Gutschrift für KWK-Strom.

Schritt 3: Wählen Sie im Menü **Extras** die Option **Einstellungen** und deaktivieren Sie den Haken beim Globalschalter “Gutschriften”. Lassen Sie alle anderen Globalschalter unverändert und schließen Sie das Auswahlfenster durch Klicken auf .


Schritt 4: Berechnen Sie erneut die Emissionen für den Prozess *Gas-BHKW-Kat-050-th/el-StK*.

Diesmal ergibt sich ein Wert von rd. 0,423 kg CO<sub>2</sub>. Er ist wesentlich größer als der unter Einbeziehung der Gutschrift berechnete Wert von -0,031096 kg CO<sub>2</sub> und stellt die **Gesamt**emissionen des BHKW dar, wenn es Wärme erzeugt und für den KWK-Strom **keine** Gutschrift erfolgt (sog. Brutto-Betrachtung).

Es gibt auch ein **Beispielszenario** im GEMIS-4.4-Standard-Datensatz, mit dem Sie die Wirkung des Globalschalters und die verschiedenen Möglichkeiten zur Modellierung von KWK-Prozessen („netto“, „brutto“) genauer kennen lernen können – es heißt *Energie: Brennstoffzellen, Vergleich brutto-netto*. Im Kommentar zu diesem Szenario stehen weitere Hinweise.

## 5 Globalschalter „Ressourcennutzung = 100%“

Ist dieser Globalschalter gesetzt, wird der Nutzungsgrad von Primärenergie- oder Rohstoff**gewinnungs**prozessen (und nur diese!) bei der Berechnung des KEA<sup>3</sup> definitiv auf 100% gesetzt und damit die ggf. bei den Prozessen eingestellten Nutzungsgrade ignoriert<sup>4</sup>. Als Beispielprozess für die Wirkung dieses Globalschalters diene *Solar-PV-mono-Rahmen-o.Rack-D*, d.h. ein monokristallines Photovoltaik-Modul mit Rahmen, aber ohne Aufständerung („rack“).

Schritt 1: Setzen Sie wieder alle Globalschalter bis auf „Nutze gespeicherte Umsatzdaten?“ über das Menü **Extras\Einstellungen** und schließen Sie dann das Auswahlfenster durch Klicken auf .

Um den Prozess *Solar-PV-mono-Rahmen-o.Rack-DE* schneller in der Prozessliste zu finden, klicken Sie auf den Reiter *Filter* und wählen in der nun geöffneten Datenfilter-Karte den Ortsbezug **Deutschland**. Die Zahl der Prozesse in der Liste reduziert sich entsprechend. Wählen Sie dann in der Listbox Technologie-Gruppe (direkt über der zum Ortsbezug) den Eintrag **Erneuerbar-Solar**. In der Liste werden nun alle Solar-Prozesse in Deutschland angezeigt.

<sup>3</sup> KEA = Kumulierter Energieaufwand

<sup>4</sup> Zum Hintergrund dieser Regel gibt es ein Arbeitspapier, das die KEA-Methodik in GEMIS 4.4 näher erklärt. Sie können dieses Papier auf dem KEA-website <http://www.oeko.de/service/kea> finden unter „download – Dokumente“ und dort das Arbeitspapier Methodik, oder direkt unter <http://www.oeko.de/service/kea/files/kea-methodik.pdf>



Schritt 2: Markieren Sie den Prozess *Solar-PV-mono-Rahmen-o.Rack-DE* und berechnen Sie seine Ergebnisse.

Die KEA-Tabelle zeigt dann rd. 0,47 kWh KEA-nichtererneuerbar und rd. 1,027 kWh KEA-erneuerbar sowie 1,54 kWh für **KEA-Summe**. Weiter unten in der Karte Ergebnisse sehen Sie die genauere Aufteilung des KEA auf einzelne Primärenergien – unter „Sonne“ stehen dort 1,000 kWh. Dies entspricht der Vorgabe, dass GEMIS für Gewinnungsprozesse (und darum handelt es sich bei dem PV-Modul<sup>5</sup>) einen Nutzungsgrad von 100 % annimmt – bei 1,000 kWh Erzeugung (Output des PV-Moduls) sind daher rechnerisch 1,000 kWh Sonnenenergie als Input notwendig.

Was passiert nun, wenn Sie den Globalschalter nicht setzen? Finden Sie es heraus:

Schritt 3: Wählen Sie im Menü **Extras** die Option **Einstellungen** und löschen Sie den Haken beim Globalschalter “Ressourcennutzung = 100 %”. Lassen Sie alle anderen Globalschalter unverändert und schließen Sie das Auswahlfenster durch

Klicken auf .

Schritt 4: Berechnen Sie erneut den KEA für *Solar-PV-mono-Rahmen-o.Rack-DE*.

Diesmal ergibt sich als KEA-Summe ein Wert von 9,19 kWh, also wesentlich mehr als vorher berechnet. Bei KEA-nichtererneuerbar steht jetzt rd. 0,472 kWh, dies ist fast dasselbe wie vorher (0,47 kWh), der Unterschied ist kleiner als 1 %. Bei KEA-erneuerbar stehen nun allerdings 8,677 kWh (vorher 1,027), und weiter unten in der Aufteilung des KEA auf Primärenergien steht bei „Sonne“ 8,651 kWh statt vorher 1,000 kWh!

Wie ist dieses „Wachstum“ beim erneuerbaren KEA zu erklären?

Durch das Deaktivieren des Globalschalters hat GEMIS bei der KEA-Berechnung bei allen Extraktoren (Gewinnungsprozesse für Primärenergie oder Rohstoffe) nachgesehen, welcher Nutzungsgrad dort eingetragen ist – und diesen verwendet.

Der Prozess *Solar-PV-mono-Rahmen-o.Rack-DE* hat einen Nutzungsgrad von 11,56 % (siehe Karte „Kenndaten“), d.h. je kWh Output „benötigt“ dieser Prozess 8,65 kWh Input – bei Gewinnungsprozessen ist der Input eine Ressource, bei der Solarzelle eben „Sonne“.

Ob nun 1000 kWh Primärenergie „Sonne“ oder 8650 kWh durch die Erzeugung von 1000 kWh Solarstrom „verbraucht“ werden, ist eine rein definitorische Frage: die Solarstrahlung trifft die Erde ohnehin, unabhängig davon, ob die Solarzelle Strom erzeugt oder nicht<sup>6</sup>.

Wichtig ist aber, dass sich die Werte für KEA-nichtererneuerbar kaum ändern – der Globalschalter wirkt also insbesondere auf regenerative Energien.

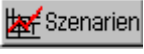
<sup>5</sup> Die meisten Prozesse zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen in GEMIS sind Gewinnungsprozesse, da sie Strom oder Wärme direkt aus einer Ressource (Erdwärme, Sonne, Wasserkraft, Wind) bereitstellen. Anders bei Biomasse: Die Gewinnungsprozesse sind hier entweder Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe (Wälder, Felder) oder aber reststoffnutzende Systeme (z.B. für Gülle, Reststroh, Waldrestholz). Die gewonnene Biomasse kann dann in Heizungen, Kraftwerken oder Fahrzeugen wie andere Brennstoffe eingesetzt werden.

<sup>6</sup> Eine genauere Begründung, warum die „100%“-Regel sinnvoller ist als andere, finden Sie in dem in Fußnote 4 genannten Arbeitspapier aus dem KEA-Projekt.

## 6 Globalschalter „behandelte/deponierte Reststoffe werden nicht im Ergebnis berücksichtigt“

Wenn dieser Globalschalter gesetzt ist (d.h. wenn ein Häkchen erscheint), werden behandelte bzw. deponierte Reststoffe bei der Berechnung von Ergebnissen nicht berücksichtigt: sie werden nicht mehr als Asche o.ä. bilanziert, da sie ja deponiert/behandelt werden<sup>7</sup>.

Statt wie bisher die Beispielrechnungen zur Wirkung des Globalschalters in der Prozessdatenbank durchzuführen, soll diesmal ein Beispielszenario verwendet werden – es heißt „Energie: Effekt der Entsorgung (Deponie)“ und ist in den mit GEMIS 4.4 gelieferten Standard-Datensätzen enthalten.

Schritt 1: Setzen Sie wieder alle Globalschalter bis auf „Nutze gespeicherte Umsatzdaten?“ über das Menü **Extras\Einstellungen**, schließen Sie alle Fenster und klicken Sie dann auf .

Schritt 2: Markieren Sie das Szenario „Energie: Effekt der Entsorgung (Deponie)“ und klicken Sie auf den Reiter „Grafik“. Wählen Sie dort in der Listbox „Art des Ergebnis“ den Eintrag „feste Reststoffe“, und es erscheint in der Listbox „Unterart“ automatisch der Eintrag „Asche“. Betätigen Sie dann die Schaltfläche „Grafik“.

GEMIS berechnet nun die Umsätze und Umwelteffekte der Szenario-Optionen und zeigt das Ergebnis in einer Grafik.

Dort können Sie sehen, dass bei der 1. Option (Kohle-KW REF) rund 14000 kg Asche entstehen, während in der 2. Option (Kohle-KW + Entsorgung) dagegen weniger als 2000 kg Asche anfallen<sup>8</sup>.

In der 3. Option (BrK-Brik-Hzg REF) entstehen rund 6000 kg Asche, während in der 4. Option nur etwa 500 kg anfallen.

REF (= Referenz) meint jeweils, dass der Prozess *ohne* Ascheentsorgung modelliert wurde, während „+ Entsorgung“ darauf hinweist, dass in der Szenario-Option jeweils ein Entsorger für Asche mit dem Prozess verknüpft wurde – damit wird die entstehende Asche „entsorgt“ und deswegen nicht mehr als „anfallend“ bilanziert.

Die Entsorgung ist jedoch nicht ohne Auswirkung auf die Umwelt zu haben – um dies zu sehen, wählen Sie in der Karte „Grafik“ unter „Ergebnis“ diesmal Treibhausgase und klicken Sie wieder auf die Schaltfläche „Grafik“.

<sup>7</sup> Dies erfolgt mit dem Prozesstyp „Entsorger“, der zur Behandlung/Entsorgung von festen Reststoffen dient.

<sup>8</sup> Die genauen Werte können Sie über die Karte „Ergebnisse“ in Tabellenform sehen.

Nun sehen Sie, dass die Szenario-Optionen mit Prozessen, bei denen die Entsorgung berücksichtigt wird, gegenüber den REF-Optionen (mit Prozessen ohne Entsorgung) etwas höhere CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen aufweisen – dies liegt an der Entsorgung, die selbst mit Emissionen verbunden ist und Transporte (und damit wiederum Emissionen) erfordert.

Schritt 3: Deaktivieren Sie im Menü **Extras\Einstellungen** den Globalschalter „behandelte/deponierte Reststoffe...“, lassen Sie aber alle anderen Globalschalter gesetzt.

Schritt 4: Berechnen Sie erneut die Reststoffgrafik. ( siehe Schritt 2 )

Nun sehen Sie, dass bei der 2. Option (Kohle-KW + Entsorgung) sowie der 4. (BrK-Brik-Hzg + Entsorgung) jeweils genauso viel Asche anfällt wie in den REF-Optionen 1 und 3.

Der deaktivierte Globalschalter führt also dazu, dass GEMIS bei der Berechnung der Reststoffbilanz ignoriert, wenn Entsorger mit Prozessen verknüpft sind.

Durch diesen Schalter können Sie somit die Sensitivität der Resultate bezüglich der Entsorgung schnell ermitteln.

## 7 Globalschalter: Nutze gespeicherte Umsatzdaten?

Dieser Globalschalter ist ein experimentelles Feature. Bitte benutzen Sie ihn nicht.

## 8 Globalschalter: Wahl der Bezugsbasis Heizwert-Brennwert

Hier zunächst einige Informationen zu Heiz- bzw. Brennwert:

Der (untere) Heizwert - Abkürzung:  $H_u$  - entspricht der Energiemenge, die bei der Verbrennung (vollständige Oxidation) von Brennstoffen entsteht, abzüglich des Energieaufwands zur Verdampfung des im Brennstoff enthaltenen und bei der Verbrennung entstehenden Wasser.

Wenn Prozesse diesen Verdampfungsaufwand durch Kondensation des Wasserdampfes nutzen (Brennwerttechnik), kann sich ein Nutzungsgrad von über 100% ergeben.

Im angelsächsischen Sprachraum wird der Brennwert (früher: oberer Heizwert - Abkürzung  $H_o$ ) verwendet - er entspricht der Verbrennungswärme zzgl. des Verdampfungsaufwands für das Wasser, ist also größer als der  $H_u$ .

Die Unterschiede zwischen  $H_u$  und  $H_o$  werden durch den Wasser- und Wasserstoffgehalt des Brennstoffs bestimmt – je größer diese sind, umso größer sind die Unterschiede.

Bei Kohle liegt zwischen  $H_u$  und  $H_o$  meist ein Faktor von 1,05 (also 5 % mehr  $H_o$  als  $H_u$ ), während bei Öl der Faktor um 1,1 und bei Erdgas um 1,15 liegt. Bei reinem Wasserstoff ist der Unterschied mit 1,18 relativ hoch.

Energiebezogene Kennwerte (Nutzungsgrade, Preise, Emissionsfaktoren) müssen daher **umgerechnet** werden, wenn statt des Heizwerts der Brennwert als Bezugsbasis dient – und umgekehrt (siehe folgende Beispiele).

#### **Beispiel Nutzungsgrad:**

Der  $H_u$  von Erdgas in Deutschland ist  $9,75 \text{ kWh/Nm}^3$ , und ein GuD-Kraftwerk hat einen elektrischen Nutzungsgrad  $n_{el}(H_u)$  von 55 % bezogen auf  $H_u$ . Dies bedeutet, dass es aus  $1 \text{ Nm}^3$  Brennstoffinput  $9,75 * 0,55 = 5,36 \text{ kWh}$  Strom erzeugt.

Der  $H_o$  von Erdgas in Deutschland ist dagegen  $10,81 \text{ kWh}$ . Erzeugt das GuD-Kraftwerk nun weiterhin  $5,36 \text{ kWh}$  Strom je  $\text{m}^3$  Erdgasinput, so ergibt sich der  $H_o$ -bezogene elektrische Nutzungsgrad  $n_{el}(H_o)$  aus  $5,36 / 10,81 = 0,496$  bzw. 49,6 %.

Dabei entspricht das Verhältnis von  $n_{el}(H_u)$  zu  $n_{el}(H_o)$   $55/49,6 = 1,109$  und damit genau dem Verhältnis von  $H_o / H_u$ :  $10,81/9,75 = 1,109$ .

#### **Beispiel Preis:**

Der Preis von Erdgas für Haushalte und Kleinverbraucher in Deutschland beträgt lt. GEMIS-Datenbasis  $3,7 \text{ €/kWh}(H_u)$  also bei der Bezugsbasis Heizwert. Aus obigem Beispiel wissen Sie, dass der  $H_u$  des Gases  $9,75 \text{ kWh/Nm}^3$  beträgt, und daraus kann der Preis je  $\text{m}^3$  berechnet werden:  $3,7 \text{ €/kWh} * 9,75 \text{ kWh/Nm}^3 = 36,1 \text{ €/Nm}^3$ .

Wird nun die Bezugsbasis auf Brennwert umgestellt, kostet der  $\text{Nm}^3$  Erdgas weiterhin  $36,1 \text{ €}$ , aber er enthält nun  $10,81 \text{ kWh}(H_o)$  – daraus ergibt sich dann ein brennwertbezogener Preis von  $36,1 \text{ €/Nm}^3 / 10,81 \text{ kWh/m}^3 = 3,34 \text{ €/kWh}(H_o)$ .

Wiederum entspricht das Verhältnis von Preis ( $H_u$ ) zu Preis ( $H_o$ )  $3,7 / 3,34 = 1,108$  und damit genau dem Verhältnis von  $H_o$  zu  $H_u$ .

#### **Beispiel Emissionsfaktor:**

Wenn Sie in der GEMIS-Datenbasis für Produkte unter „Erdgas-DE-HH/KV-2000“ nachsehen (das ist der GEMIS-Name von Erdgas für Haushalte und Kleinverbraucher in Deutschland), können Sie auf der Info-Karte erkennen, dass der Emissionsfaktor für  $\text{CO}_2$   $200,953 \text{ kg/MWh}$  beträgt<sup>9</sup>. Wie zuvor ist diese Angabe heizwertbezogen, d.h. je  $\text{Nm}^3$  Erdgas entstehen  $200,953 \text{ g/kWh} * 9,75 \text{ kWh/Nm}^3 = \text{ca. } 1959 \text{ g/Nm}^3$  - also fast  $2 \text{ kg CO}_2$  je  $\text{Nm}^3$  Erdgas.

Brennwertbezogen ist der  $\text{CO}_2$ -Emissionsfaktor dagegen  $1959 \text{ g/Nm}^3$  dividiert durch  $10,81 \text{ kWh/Nm}^3 = 181,3 \text{ g/kWh}(H_o)$  bzw.  $181,3 \text{ kg/MWh}(H_o)$  – wieder ist der brennwertbezogene Emissionswert um den Faktor 1,108 niedriger als der heizwertbezogene.

<sup>9</sup> Falls Sie in GEMIS andere Einheiten sehen, können Sie diese sofort auf  $\text{g/MWh}$  ändern: Menü **Extras\Einheiten** anklicken und dort in der drittletzten Listbox für Emissionsfaktoren die Einheit „ $\text{g/MWh}$ “ wählen.

Die Umrechnung zwischen  $H_u$ -bezogenen und  $H_o$ -bezogenen Kenngrößen erfolgt also immer über das Verhältnis von  $H_u$  zu  $H_o$ . Da GEMIS beide Kenngrößen für jeden Brennstoff genau weiß, ist es leicht, eine exakte Umrechnung vorzunehmen.

Um GEMIS mitzuteilen, ob z.B. Ihre Kostenangabe bei einem Brennstoff auf den Heiz- oder Brennwert des Brennstoffs bezogen ist, dient das Feld „Eingabe Heizwert-abhängiger Größen“ in der Karte „Globalschalter“ von Karteifenster „Extras“.

Dieses Karteifenster lässt sich mit dem Menü **Extras\Einstellungen** öffnen.

Achtung: Die gewählte Einstellung lässt sich nur ändern, wenn in GEMIS alle Fenster geschlossen sind – andernfalls ist dieser Globalschalter grau, d.h. nicht aktivierbar!

Wenn Sie den Globalschalter auf „Brennwert“ umstellen, ändert GEMIS die Bezugsbasis für folgende Größen:


- Kostendaten (Brennstoffpreise),
- brennstoffbezogene Emissionsfaktoren ( $EF_{input}$  bzw. die von Brennstofflieferanten),
- Effizienzen (Nutzungsgrade) von Energieprozessen und
- das spezifische (auf eine Energieeinheit bezogene) Gewicht von Brennstoffen.

Bei der Umstellung auf Brennwertbasis werden zudem die Nutzungsgrade von Prozessen im Eingabefenster **gelb hinterlegt** (Blatt „Kenndaten“, Schaltknopf „Auslegung“).

GEMIS zeigt Ihnen stets in der Statuszeile (unterer Fensterrand) den aktuellen Stand der Bezugsbasis: brennwert- oder heizwertbezogene Eingabe.


### Nun probieren Sie die Umschaltung praktisch aus:

Nehmen wir an, Sie haben von einem amerikanischen Hersteller das Angebot, eine Gas-Heizung mit Nutzungsgrad von 80% ( $H_o$ -bezogen !) zu kaufen und wollen wissen, wie sich das mit einer deutschen Gas-Heizung vergleicht.

Schritt 1: Schließen Sie alle Fenster in GEMIS. Öffnen Sie dann das Globalschalter-Fenster über das Menü **Extras\Einstellungen** und setzen Sie wieder alle Globalschalter mit Ausnahme des Schalters „Nutze gespeicherte Umsatzdaten?“. Klicken Sie dann unten auf „Eingabe bezogen auf Brennwert“ und schließen Sie das Auswahlfenster durch Klicken auf .

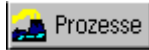

Schritt 2: Öffnen Sie das Karteifenster  und markieren Sie den Prozess *Gas-Heizung-DE-2000*.

Duplizieren Sie diesen Prozess (rechte Maustaste – im lokalen Menü Duplikat erstellen wählen) und geben Sie dem Duplikat den Namen *Gas-Heizung-US-2000*.

Schritt 3: Doppelklicken Sie auf den neuen Prozess *Gas-Heizung-US-2000* und öffnen Sie seine Karte “Kenndaten”. Klicken Sie dort auf die Schaltfläche  und Sie sehen unten rechts das **gelb hinterlegte** Eingabefeld für Nutzungsgrad. Geben Sie dort “80” ein (für 80%) und klicken Sie auf “OK”.


Schließen Sie danach **alle** Fenster.

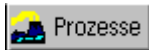

Schritt 4: Öffnen Sie das Globalschalter-Fenster über Menü **Extras\Einstellungen**, klicken Sie unten auf “Eingabe bezogen auf Heizwert” und schließen Sie das Fenster.

Schritt 5: Öffnen Sie wieder das Karteifenster  - der Prozess *Gas-Heizung-US-2000* ist automatisch markiert. Doppelklicken Sie auf diesen Prozess und öffnen Sie seine Karte “Kenndaten”. Klicken Sie dort auf die Schaltfläche  und Sie sehen unten rechts das nun weiß hinterlegte Eingabefeld, in dem als heizwertbezogener Nutzungsgrad nun 88,67 steht. Schließen Sie das Fenster wieder.

GEMIS hat nach der Umschaltung der Bezugsbasis den Nutzungsgrad umgerechnet – Sie wissen jetzt, dass die brennwertbezogene Nutzungsgradangabe der Amerikaner von 80% für die Gas-Heizung einem heizwertbezogenen Nutzungsgrad von 88,67% entspricht und können diesen Wert mit den 85% der “deutschen” Gasheizung vergleichen.

Das funktioniert natürlich auch umgekehrt:

Schritt 6: Schließen Sie wieder alle Fenster in GEMIS und öffnen Sie danach das Globalschalter-Fenster über das Menü **Extras\Einstellungen**. Klicken Sie unten auf “Eingabe bezogen auf Brennwert” und schließen Sie das Auswahlfenster durch Klicken auf .

Schritt 7: Öffnen Sie das Karteifenster  und markieren Sie den Prozess *Gas-Heizung-DE-2000*. Doppelklicken Sie auf diesen Prozess – da er zu den Stammdaten in GEMIS gehört, können Sie ihn nicht direkt editieren. In dem sich öffnenden Auswahlfenster wählen Sie “...nur mal ansehen (temporäre Kopie)” und öffnen dann die Karte “Kenndaten”. Klicken Sie auf die Schaltfläche  und Sie sehen unten rechts das **gelb hinterlegte** Eingabefeld für Nutzungsgrad – dort stehen nun 76,69.

Nun wissen Sie, dass der heizwertbezogene Nutzungsgrad der “deutschen” Gasheizung von 85% einem brennwertbezogenen Nutzungsgrad von 76,69 % entspricht.

Soweit zu diesem Beispiel.

Beachten Sie, dass sich GEMIS merkt, welche Einstellungen Sie bei den Globalschaltern gewählt haben – beim nächsten Start des Programms werden die bei der letzten Sitzung verwendeten Einstellungen wieder verwendet. Bevor Sie also weitermachen, stellen Sie den Heizwertbezug wieder her – Sie wissen ja nun, wie es gemacht wird.

Damit sind Sie am Ende der Globalschalter-Tour angelangt. Wir bedanken uns für Ihre Aufmerksamkeit und wünschen Ihnen weiterhin viel Erfolg bei der Arbeit mit GEMIS.