

Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS)



Wie arbeite ich mit GEMIS 4.4?

Schritt für Schritt – Anleitung (Tour)

Tour 6: Kraft-Wärme-Kopplungs-Prozesse (KWK-Prozesse)

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

Darmstadt, September 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele dieser Tour	1
2	Modellieren von KWK-Prozessen in GEMIS.....	1
3	Vergleich von KWK mit konventionellen Prozessen.....	4
4	„Brutto“-Vergleich für KWK-Prozesse.....	8
5	Kraft-Wärme-Kopplung in Nur-Energie-Szenarien: Brutto- Bilanz	12
6	Kraft-Wärme-Kopplung in Nur-Energie-Szenarien: Netto- Bilanz	16

1 Ziele dieser Tour

Touren sind Schritt-für-Schritt-Anleitungen, die in die Arbeit mit GEMIS einführen sollen.

Die vorliegende Tour zeigt zunächst, wie Sie Prozesse mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-Prozesse) leicht in der GEMIS-Datenbank finden können.

Anschließend werden Emissionen und Kosten von KWK-Prozessen mit denen von Prozessen zur getrennten Strom- und Wärmebereitstellung verglichen und der Einfluss von Gutschriften untersucht.

Dazu wird zuerst ein Szenario vom Typ „Variantenvergleich“ definiert und die Ergebnisse bestimmt.

Danach geben Sie ein detaillierteres Szenario des Typs „Nur-Energie“ ein, in dem Sie KWK-Prozesse genauer behandeln können – es werden auch Spitzenkessel und Wärmeverteilnetze berücksichtigt.

Nach dieser Tour kennen Sie dann die wesentlichen Elemente zur Umweltanalyse von KWK mit GEMIS.

Vorab einige allgemeine Informationen zu Kraft-Wärme-Kopplung:

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist die gemeinsame Bereitstellung von Elektrizität und Wärme.

In GEMIS muss auch ein KWK-Prozess jeweils nur ein Haupt-Produkt (Output) aufweisen - Strom **oder** Wärme. Das zweite Produkt ist dann ein **Koppelprodukt** (Wärme oder Strom) und wird auf Karte Kenndaten eingetragen.

In GEMIS-Szenarien können Sie **auch beide Produkte** (Strom + Wärme) **gleichzeitig** bilanzieren – dies erfolgt am besten in den „Nur-Energie“-Szenarien, in denen Arbeit und Leistung sowie Wärmeverteilung und Spitzenkessel detailliert dargestellt werden können.

2 Modellieren von KWK-Prozessen in GEMIS


Nun soll die Behandlung von KWK-Prozessen praktisch ausprobiert werden:

Schritt 1: Starten Sie GEMIS und laden Sie das STANDARD-Projekt bzw. ein schon von Ihnen erstelltes Projekt.


Das weitere Vorgehen hängt von Ihrer Beantwortung folgender Frage ab: Haben Sie sich schon in GEMIS in die Liste der Quellen eingetragen?

Falls **ja** können Sie mit Schritt 3 fortfahren; falls **nein**, führen Sie zunächst folgenden Schritt aus:

Schritt 2: Führen Sie den Menübefehl **Daten\Quelle** aus, positionieren Sie den Mauszeiger links im Listenbereich und klicken Sie auf die rechte Maustaste.

Im erscheinenden lokalen Menü wählen Sie dann die Option **Neu** und tragen Ihren Namen in die beiden weißen Felder ein. Klicken Sie schließlich auf  und schließen Sie das Fenster "Quellen".

Bevor Sie KWK-Prozesse komplett neu in GEMIS eingeben, sollten Sie auf schon in der Datenbank enthaltene KWK-Prozesse zurückgreifen. Um diese schon bestehenden KWK-Prozesse in der mehrere Tausend Prozesse umfassenden, in GEMIS integrierten Datenbank leichter zu finden, können Sie **Datenfilter** verwenden.

Schritt 3: Klicken Sie auf . Öffnen Sie die Karte **Filter** durch Klicken auf den Reiter *Filter*. Klicken Sie auf die Listbox *Technologie Gruppe* und wählen Sie in der ausgeklappten Liste „Koppelprozesse (KWK)“.

Nun reduziert sich die Zahl der links angezeigten Prozesse erheblich, da nur noch KWK-Prozesse aufgelistet werden! Als Beispielprozess diene ein mit Erdgas betriebenes Blockheizkraftwerk (BHKW). Um dies zu finden, machen Sie folgendes:

Schritt 4: Stellen Sie den Datenfilter *Input Produkt Gruppe* auf "Brennstoffe-fossil-Gase".

Die Zahl der links angezeigten KWK-Prozesse reduziert sich nun noch einmal - nur noch gasnutzende Prozesse werden aufgelistet. Wie finden Sie nun ein BHKW, das als Hauptprodukt Strom erzeugt? Ganz einfach:

Schritt 5: Stellen Sie als Datenfilter *Output Produkt Gruppe* auf "Elektrizität".

Nun werden nur noch gasbetriebene KWK-Prozesse angezeigt, die als Hauptprodukt Strom erzeugen.

Schritt 6: Klicken Sie auf den Prozessnamen „*Gas-BHKW-Kat-050/Öl*“ in der Prozessliste.

Der Name dieses Prozesses ist rot, d.h. es handelt sich um gegen Änderungen geschützte Stammdaten¹.

Um den Prozess künftig ohne Probleme bearbeiten zu können, machen Sie sich eine Kopie:

¹ Wenn Sie durch Doppelklicken auf den Prozessnamen versuchen den Prozess zu bearbeiten, erscheint ein Fenster, das Ihnen mitteilt, dass Sie den Datensatz nicht direkt bearbeiten, sondern entweder eine temporäre Kopie zum Ansehen oder eine „echte“ Kopie mit neuem Namen erstellen können.

Schritt 7: Klicken Sie dazu mit der **rechten** Maustaste auf den Prozessnamen und wählen Sie „Duplikat erstellen“ im lokalen Menü.

GEMIS fragt nun in einem kleinen Fenster nach dem Namen für das Duplikat.

Schritt 8: Klicken Sie mit der Maus hinter den bisherigen deutschen Namen und löschen Sie das Wort „Öl“. Dann geben Sie über die Tastatur „Gas“ und einen Bindestrich und eine 1 ein (also „Gas-1“). Verfahren Sie ebenso im englischen Namensfeld, und klicken Sie danach auf die „OK“-Schaltfläche.

GEMIS hat jetzt ein Duplikat des Gas-BHKW erzeugt und zeigt diese in der Prozessliste unter dem Namen *Gas-BHKW-Kat-50/Gas-1* an. Die Namensfarbe hat von rot auf schwarz gewechselt – das Duplikat ist nicht mehr geschützt.

Nun können Sie den Prozess bearbeiten – und das geht so:

Schritt 9: Doppelklicken Sie auf den Prozessnamen und wählen Sie in der Karte **Metadaten**, die automatisch geöffnet ist, in der Listbox **Quelle** Ihren eigenen Namen.

Danach klicken Sie auf den Reiter **Kenndaten** und sehen sich den auf der Karte links dargestellten Energiefluss an: aus Erdgas, das aus einer Pipeline kommt, erzeugt das BHKW Elektrizität (der grüne Pfeil) und Abwärme (der dunkelbraune Pfeil).

Weiterhin sehen Sie in der Outputliste, dass als ersetzter Prozess *Wärme-Bonus-Öl-Hzg-DE-2000* eingetragen ist mit einer Menge von 2 kWh des Produkts *Wärme-Bonus-für-KWK-DE-2000* je kWh Output (also je kWh Strom).

Nun soll der Prozess, der die Wärmegutschrift repräsentiert, geändert werden – anstelle der Ölheizung soll durch die BHKW-Abwärme eine Gasheizung ersetzt werden.

Schritt 10: Klicken Sie in die Zeile *Wärme-Bonus-Öl-Hzg-DE-2000*, öffnen Sie dann mit der **rechten** Maustaste das lokale Menü und wählen Sie die Option *Editieren Gutschrift*.

GEMIS öffnet nun ein Auswahlfenster, in dem rechts die möglichen Hilfsenergieverknüpfungen angezeigt werden.

Schritt 11: Klicken Sie im Auswahlfenster auf den Prozess *Wärme-Bonus-Gas-Hzg* und dann auf die Schaltfläche „OK“.

Nun hat GEMIS den Prozess zur Wärmegutschrift entsprechend geändert – dies sehen Sie in der unteren Tabelle.

Nun können Sie noch einen Blick auf die Kosten des Gas-BHKW werfen:

Schritt 12: Klicken Sie auf den Reiter „€Kosten“ – dies öffnet die Karte für die Kostendaten des Prozesses.

Sie sehen u.a. die spezifischen Investitions-, Fix- und variablen Kosten stehen.

Um diese Daten besser verstehen zu können, stellen Sie noch die Einheiten um:

Schritt 13: Klicken Sie auf das Menü „Extras“ und dort auf die Option *Einheiten* – GEMIS öffnet nun das Einheitenfenster.
 Klicken Sie darin auf den Reiter *Einheiten 2*, und stellen Sie auf diesem Blatt die 1. Listbox auf *kW* um und die 3. Listbox auf *MWh*.
 Danach klicken Sie auf den Reiter *Währung* und wählen dort in der Listbox den Euro. Schließen Sie dann das Einheitenfenster.

GEMIS zeigt nun die Kostendaten des Gas-BHKW in €/kW bzw. €/MWh an – dabei steht „E3“ für 10^3 , also 1000.

Die **unterste Zeile** des Kosten-Blatts zeigt Ihnen, wie teuer die Stromerzeugung aus dem Gas-BHKW ist:

- 30,4 €/MWh Strom müssen für die Kapitalkosten bezahlt werden²,
- 5,54 €/MWh Strom für die Fixkosten,
- 23 €/MWh für die variablen Kosten und
- 58,36 €/MWh für das Erdgas, wobei aber 56,24 €/MWh Strom als Gutschrift für die genutzte Abwärme verrechnet werden – bleiben somit ca. 2,12 €/MWh Strom.

Insgesamt kostet damit die Stromerzeugung 61,1 €/MWh oder 6,11 Cent/kWh_{el}.

Bevor Sie nun die Datenblätter für Ihr Gas-BHKW schließen, aktualisieren Sie noch den Kommentar des Datensatzes:


Schritt 14: Klicken Sie auf den Reiter *Kommentar* und ändern Sie den Text im Kommentarfeld so, dass anstelle von *Öl-Heizung* nun am Satzende *Gas-Heizung* steht.

Im folgenden Abschnitt wird Ihr Gas-BHKW mit konventionellen Prozessen zur Strom- oder Wärmebereitstellung verglichen.

3 Vergleich von KWK mit konventionellen Prozessen

Als erstes sollen zwei reine Stromerzeugungsprozesse mit dem BHKW verglichen werden. Für Vergleiche werden in GEMIS Szenarien verwendet – Sie werden nun ein Szenario erstellen:

Schritt 1: Schließen Sie alle Fenster in GEMIS und klicken Sie dann auf 

Schritt 2: Fahren Sie mit dem Mauszeiger in die Szenarienliste und klicken Sie auf die **rechte** Maustaste. Im daraufhin geöffneten lokalen Menü wählen Sie „Neu...“. Geben Sie Ihrem neuen Szenario den Namen *KWK-Strom-netto* bzw. *cogen-el-net* und belassen Sie die Vorgabe-Einstellung „Variantenvergleich“ im Feld *Szenariotyp*. Klicken Sie nun auf .

² Dieser Wert hängt vom Zinssatz für Kapital ab, den Sie im Menü *Daten* – Option *Ökonomische Kennwerte* einstellen können.

Ihr neues Szenario wird daraufhin in die Liste der Szenarien aufgenommen. Es ist allerdings noch leer.

Schritt 3: Doppelklicken Sie auf Ihr neues Szenario in der Liste, um es zu bearbeiten. Geben Sie auf der daraufhin geöffneten Karte *Metadaten* bei *Quelle* Ihren Namen an. (Klicken Sie auf das weiße Feld bei *Quelle* und wählen Sie ihn in der herausgeklappten Liste aus.)


Schritt 4: Klicken Sie nun auf den Reiter *Optionen*, um die dazugehörige Karte zu öffnen. Fahren Sie mit dem Mauszeiger in die Optionentabelle und klicken Sie die **rechte** Maustaste. Wählen Sie im lokalen Menü *Neue Option*. Klicken Sie dann erneut mit der **rechten** Maustaste und wählen Sie wieder *Neue Option*. Überschreiben Sie die drei Vorgabe-Texte (*Option 1*) mit

- “**Netz**”,
- “**BHKW**” und
- “**Gas-GuD**”,


den Namen Ihrer drei Optionen in diesem Szenario.

Schritt 5: Klicken Sie auf Ihre Option *Netz* und dann auf den Reiter *Daten*. Fahren Sie mit dem Mauszeiger in die Energielieferant-Tabelle und klicken Sie die **rechte** Maustaste. Wählen Sie *Neu*, um einen energieliefernden Prozess einzufügen. Stellen Sie im daraufhin geöffneten *Wähle Prozess*-Fenster die folgenden Selektionskriterien ein:


- *Inputkategorie*: **Elektrizität**
- *Outputkategorie*: **Elektrizität**
- *Ortsbezug*: **Deutschland**.


Klicken Sie nun einmal im rechten Auswahlfenster und geben Sie den Buchstaben *N* über die Tastatur ein – Nun springt der Mauszeiger auf den ersten Prozess, dessen Name mit einem *N* beginnt. Bewegen Sie den Mauszeiger nach unten, bis er den Prozess *Netz-el-DE-lokal-HH/KV-2000* markiert und klicken Sie auf .

Das lokale Stromnetz wird damit in die Energielieferant-Tabelle auf der Datenkarte der Szenario-Option *Netz* übernommen. Der Prozess soll 1 kWh Strom liefern.

Schritt 6: Falls Sie noch eine andere Energieeinheit eingestellt haben, ändern Sie diese auf *kWh* – dies geht über Menü *Extras – Einheiten* bzw. durch Klicken auf die Schaltfläche  oben links in der Schaltflächenleiste.


Tragen Sie den Wert 1 (kWh) in das weiße Feld ein und klicken Sie dann auf die “Summenzeile”, damit der Wert übernommen wird. (Wenn Sie alles richtig gemacht haben, steht nun auch in der Summenzeile ein Wert von 1 kWh).

Schritt 7: Wechseln Sie zu Option 2 (*BHKW*) durch Anklicken des nach unten gerichteten, roten Pfeils auf der Datenkarte .

Schritt 8: Fahren Sie wieder mit dem Mauszeiger in die Energielieferant-Tabelle und öffnen Sie das lokale Menü durch Klicken auf die **rechte** Maustaste. Wählen Sie “Neu”. Danach können Sie als Filterkriterium *Quelle* Ihren Namen angeben und es erscheint der von Ihnen eingegebene BHKW-Prozess im *Wähle Prozess*-Fenster rechts. Markieren Sie diesen und klicken Sie danach auf .

Der BHKW-Prozess wird in die Energielieferant-Tabelle übernommen. Er soll – wie schon das Stromnetz – 1 kWh Strom liefern.


Schritt 9: Tragen Sie den Wert 1 (kWh) in das weiße Feld ein und klicken Sie dann auf die “Summenzeile”, damit der Wert übernommen wird. (Wenn Sie alles richtig gemacht haben, steht nun auch in der Summenzeile ein Wert von 1 kWh.)

Schritt 10: Wechseln Sie zu Option 3 (*Gas-GuD*) durch Anklicken des nach unten gerichteten, roten Pfeils auf der Datenkarte .

Schritt 11: Fahren Sie wieder mit dem Mauszeiger in die Energielieferant-Tabelle und öffnen Sie das lokale Menü durch Klicken auf die **rechte** Maustaste. Wählen Sie “Neu”.

Schritt 12: Stellen Sie im daraufhin geöffneten *Wähle Prozess*-Fenster die folgenden Filterkriterien ein:

- *Inputkategorie*: **Brennstoffe-fossil-Gase**
- *Technologiekategorie*: **Kraftwerke-Kombi (GuD)**
- *Ortsbezug*: **Deutschland**
- *Quelle*: **Alle**.

Klicken Sie nun im rechten Auswahlfenster auf den Prozess *Gas-KW-GuD-DE-2000* und klicken Sie dann auf .

Das Gas-GuD-Kraftwerk wird in die Energielieferant-Tabelle übernommen. Es soll – wie schon die anderen Optionen – 1 kWh Strom liefern.

Schritt 13: Tragen Sie den Wert 1 (kWh) in das weiße Feld ein und klicken Sie dann auf die “Summenzeile”, damit der Wert übernommen wird. (Wenn Sie alles richtig gemacht haben, steht nun auch in der Summenzeile ein Wert von 1 kWh.)

Schritt 14: Klicken Sie nun auf den Reiter *Optionen* und kontrollieren Sie Ihre Eingaben. Wenn bei jeder Option jeweils 1 kWh in der Spalte *Energienachfrage* steht, stimmt alles und Sie können Sie nun das Fenster *Szenario ‘KWK-Strom-netto’* schließen.

Nun können Sie für Ihr Szenario schon Ergebnisse erzeugen:

Schritt 15: Markieren Sie Ihr Szenario *KWK-Strom-netto* und öffnen Sie die Karte *Ergebnisse*. Klicken Sie darin auf die Schaltfläche *Tabelle Treibhausgase*.

Nach einigen Sekunden Berechnungszeit zeigt GEMIS die entsprechenden Szenario-Ergebnisse in einer Tabelle an:

Das Stromnetz verursacht 647 g CO₂-Äquivalente (die Angabe *E+2* steht für den Faktor 10² bzw. 100) für 1 kWh Stromlieferung³, während Ihr Gas-BHKW nur 254 g und das Gas-GuD-Kraftwerk 437 g CO₂-Äquivalente je kWh Strom verursachen.

Bei den reinen CO₂-Emissionen in der 2. Spalte der Ergebnistabelle verursacht Ihr Gas-BHKW nur 223 g/kWh – nun interessiert uns, wie dieser Wert zustande kommt:

Schritt 16: Klicken Sie mit der Maus in der Tabelle auf die Zelle der CO₂-Emissionen Ihres BHKW – also in der Zeile *BHKW* auf die Spalte *CO₂*. Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste und wählen Sie im lokalen Menü *Erkläre Wert*.

GEMIS öffnet nun ein neues Fenster, in dem es die CO₂-Emissionen aller Prozesse auflistet, die bei der Stromerzeugung mit Ihrem BHKW verbunden sind.

Ganz oben steht darin Ihr BHKW – in der Spalte *Menge* werden 686 g CO₂ angezeigt – das ist viel mehr als die Summe, die ja 223 g beträgt. Wie kommt es zu dieser wundersamen Verminderung der Emissionen ?

Ganz einfach: Sie haben dem BHKW eine Gutschrift für die bei der Stromerzeugung anfallende Abwärme gegeben – diese soll eine Gas-Heizung ersetzen.

GEMIS hat dies auch getan – für 1 kWh Strom werden bei Ihrem BHKW ja 2 kWh Wärme aus einer Gasheizung ersetzt und die entsprechenden Emissionen gutgeschrieben. Dies können Sie folgendermaßen überprüfen:


Schritt 17: Klicken Sie mit der Maus im *Ergebnisse*-Fenster auf den vertikalen Schieber am rechten Fensterrand, halten Sie dabei die **linke** Maustaste gedrückt und ziehen Sie den Schieber **ganz nach unten**.

Nun sehen Sie in der letzten Zeile der Tabelle die Summe von 223 g CO₂ und direkt darüber die Gas-Heizung mit **negativen** CO₂-Emissionen von –473 g !

Wenn Sie nun selbst nachrechnen: BHKW-Emissionen von 686 g CO₂ minus der Gutschrift von 473 g CO₂ macht 213 g CO₂ – es fehlen an der berechneten Summe noch 10 g CO₂.

Die fehlenden CO₂-Mengen ergeben sich aus den Emissionen der anderen Prozesse, die an der Stromerzeugung aus Ihrem BHKW noch beteiligt sind – vor allem die Verdichter für die Gas-Pipelines in Russland, Norwegen und Deutschland, die zusammen rund 17 g CO₂ je kWh BHKW-Stromerzeugung emittieren (siehe Erkläre Wert-Tabelle, oben).

Es werden aber auch noch knapp –8 g CO₂ gutgeschrieben bei den deutschen Kohle- und Braunkohlekraftwerken sowie eine große Zahl von kleineren Beträgen bei anderen Prozessen, da die Gutschrift über die Gasheizung nicht nur deren direkte Emissionen betrifft, sondern den gesamten Lebensweg für die Wärme aus der Gasheizung – und darin ist auch Strom (u.a. für Pumpen und zur Herstellung) enthalten.

³ Falls Sie noch eine andere Einheit für Masse eingestellt haben, ändern Sie diese auf g – dies geht über Menü *Extras – Einheiten* bzw. durch Klicken auf die Schaltfläche  oben links in der Schaltflächenleiste.

Genug der Zahlen und Erklärungen – Sie können nun selbst noch andere Ergebnistabellen erzeugen und mit der *Erkläre-Wert*-Funktion im lokalen Menü nachsehen, woher die Ergebnisse kommen. Sie sollen noch sehen, dass Sie das Szenario-Ergebnis auch anders disaggregieren können – machen Sie dazu folgendes:

Schritt 18: Schließen Sie das *Ergebnisse*-Fenster und auch das *Ergebnisse: Treibhausgase*-Fenster und klicken Sie dann auf den Reiter *Vergleich*.

Schritt 19: Wählen Sie in der Listbox *Art des Ergebnisses* auf dieser Karte den Eintrag *Treibhausgase* und darunter in der Listbox *Option #1* den Eintrag *BHKW* und in der Listbox *Option #2* den Eintrag *Gas-GuD*. Klicken Sie dann auf die Schaltfläche *Tabelle*.

Nach einigen Sekunden öffnet GEMIS ein neues Fenster, in dem Sie wieder eine Ergebnistabelle sehen. Diesmal zeigt GEMIS die Summe der CO₂-Äquivalente der Szenario-Optionen *BHKW* und *Gas-GuD* an sowie die Beiträge der Prozesse zu dieser Summe – in den letzten beiden Spalten werden aber auch der jeweilige Ortsbezug und die Datenqualität dargestellt.

Die Tabelle ist so sortiert, dass die höchsten Beiträge bezogen auf die 1. Spalte oben stehen und die negativen Beiträge entsprechend unten in der Tabelle.

Wenn Sie wollen, können Sie auf der Karte *Vergleich* nicht nur wie bisher die gesamten Emissionen anzeigen lassen, sondern auch einen bestimmten Ortsbezug angeben – wählen Sie z.B. Deutschland in der Listbox aus und klicken nochmals auf die Schaltfläche *Tabelle*, berechnet GEMIS die Ergebnisse neu und zeigt nur noch die Beiträge an, die in Deutschland entstehen.

Das gleiche Prinzip können Sie auch für einen statistischen Sektor (NACE-Gliederung) der Wirtschaft verwenden: Wählen Sie z.B. in der Listbox den statistischen Sektor *40.2 Gasversorgung* aus, werden nur noch 5 Prozesse angezeigt - sie gehören zu dem entsprechenden Wirtschaftssektor und haben den Ortsbezug Deutschland.

Soweit erst einmal mit der Ergebnisanalyse – zum Abschluss können Sie noch eine Grafik erzeugen – klicken Sie einfach auf den Reiter *Grafik*, wählen Sie die gewünschten Ergebniskategorien und klicken Sie dann auf die Schaltfläche *Grafik*.

4 „Brutto“-Vergleich für KWK-Prozesse

Im folgenden soll Ihr BHKW nicht mit reinen Stromerzeugern, sondern mit einer **Kombination** von Strom- und Wärmeerzeugern verglichen werden.

Dies hat den Vorteil, dass Sie nun keine Überlegungen mehr zur Gutschrift für die BHKW-Abwärme machen müssen, da Sie den Bilanzraum des Vergleichs um Wärme erweitern.

Schritt 1: Schließen Sie alle Ergebnisfenster und markieren Sie in der Szenarioliste Ihr Szenario KWK-Strom-netto. Klicken Sie mit der **rechten** Maustaste und wählen Sie im lokalen Menü *Kopieren*. Dann klicken Sie nochmals mit der rechten Maustaste und wählen *Einfügen*.

Bennenen Sie nun den Szenarionamen um in *KWK-brutto* bzw. *cogen-gross* und bestätigen Sie dies mit der *OK*-Schaltfläche.

Schritt 2: Doppelklicken Sie auf das neue Szenario und wählen Sie die Karte *Optionen*. Benennen Sie nun die Option *Netz* um in *Netz+Gas-Hzg* und die Option *Gas-GuD* in *Gas-GuD+Gas-Hzg*.


Schritt 3: Klicken Sie auf den Reiter *Daten* und wählen Sie die 1. Option *Netz+Gas-Hzg* aus. Klicken Sie dann mit der **rechten** Maustaste in der Energielieferant-Tabelle und wählen Sie *Neu*. Im sich öffnenden Auswahlfenster stellen Sie die Listbox *Inputkategorie* auf *Brennstoffe-fossil-Gase* und die Listbox *Technologiekategorie* auf *Wärme-Heizung*. Markieren Sie dann rechts im Auswahlfenster den Prozess *Gas-Heizung-DE-2000* und klicken Sie auf die Schaltfläche *OK*.
Die Gasheizung ist nun in der Energielieferant-Tabelle eingetragen – geben Sie in der Spalte *kWh* den Wert 2 ein und klicken Sie danach auf die Summenzeile.

Sie haben jetzt die Szenario-Option so erweitert, dass zusätzlich zu der 1 kWh Strom aus dem Netz nun auch 2 kWh Wärme aus einer Gas-Heizung nachgefragt werden. Dies müssen Sie nun entsprechend für die Option *Gas-GuD+Gas-Hzg* durchführen:

Schritt 4: Wechseln Sie zur Option 3 (*Gas-GuD+Gas-Hzg*) durch Anklicken des nach unten gerichteten, roten Pfeils auf der Datenkarte .

Schritt 5: Klicken Sie dann mit der **rechten** Maustaste in der Energielieferant-Tabelle und wählen Sie *Neu*. Im sich öffnenden Auswahlfenster stellen Sie die Listbox *Inputkategorie* auf *Brennstoffe-fossil-Gase* und die Listbox *Technologiekategorie* auf *Wärme-Heizung*. Markieren Sie dann rechts im Auswahlfenster den Prozess *Gas-Heizung-DE-2000* und klicken Sie auf die Schaltfläche *OK*.
Die Gasheizung ist nun in der Energielieferant-Tabelle eingetragen – geben Sie in der Spalte *kWh* den Wert 2 ein und klicken Sie danach wieder auf die Summenzeile.

Die Option BHKW soll nicht geändert werden – es bleibt darin bei 1 kWh Stromerzeugung. Bevor Sie Ergebnisse berechnen lassen, stellen Sie aber einen Globalschalter⁴ in GEMIS um:

Schritt 6: Wählen Sie Menü *Extras* den Punkt *Einstellungen* und **de**-aktivieren Sie den Haken beim Globalschalter *Gutschriften* – klicken Sie dazu einfach einmal auf den Haken.
Wenn der Haken verschwunden ist, klicken Sie auf .

Mit dieser Aktion haben Sie GEMIS mitgeteilt, dass ab sofort bei allen Rechnungen jegliche Gutschrift **ignoriert** werden soll. Auch Ihr BHKW erhält nun keine Gutschrift mehr für die genutzte Abwärme, obwohl dies in dem Datensatz noch so steht – die Globalschalter sind eine “höhere Autorität” und setzen alle bei Prozessen eingestellten Werte ggf. außer Kraft.

Mit dem Abschalten der Gutschrift erzeugt Ihr BHKW nun auch 2 kWh nutzbare Wärme – genauso wie die Gasheizungen in den anderen Szenario-Optionen.

Die Vergleichsbasis ist also wieder hergestellt – nun sehen Sie nach, wie das Ergebnis aussieht:

⁴ Hierzu gibt es eine eigene Tour, die alle Globalschalter erklärt.

Schritt 7: Schließen Sie das Fenster *Szenario* „KWK-brutto“, markieren Sie Ihr Szenario *KWK-brutto* und öffnen Sie die Karte *Ergebnisse*. Wählen Sie als Ortsbezug und NACE: „Alle“ und klicken Sie auf die Schaltfläche *Tabelle Treibhausgase*.

Nach einigen Sekunden Berechnungszeit zeigt GEMIS die entsprechenden Szenario-Ergebnisse in einer Tabelle an:

Die Option *Netz+Gas-Hzg* verursacht 1247 g CO₂-Äquivalente für 1 kWh Strom + 2 kWh Wärmelieferung, während Ihr *BHKW* nun 854 g und die Option *Gas-GuD+Gas-Hzg* 1038 g CO₂-Äquivalente für 1 kWh Strom + 2 kWh Wärme verursachen.

Um zu prüfen, ob wirklich keine Gutschrift mehr verrechnet wurde, gehen Sie wie folgt vor:

Schritt 8: Klicken Sie mit der Maus in der Tabelle auf die Zelle der CO₂-Emissionen Ihres BHKW – also in der Zeile *BHKW* auf die Spalte *CO₂*. Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste und wählen Sie im lokalen Menü *Erkläre Wert*.


GEMIS öffnet nun ein neues Fenster, in dem es die CO₂-Emissionen aller Prozesse auflistet, die bei der Strom- und Wärmeerzeugung mit Ihrem BHKW verbunden sind.

Ganz oben steht darin Ihr BHKW – in der Spalte *Menge* werden wie bei der vorigen Rechnung 686 g CO₂ angezeigt.

Schritt 9: Klicken Sie mit der Maus im *Ergebnisse*-Fenster auf den vertikalen Schieber am rechten Fensterrand, halten Sie dabei die **linke** Maustaste gedrückt und ziehen Sie den Schieber **ganz nach unten**.

Nun sehen Sie in der letzten Zeile der Tabelle die Summe von ca. 762 g CO₂. Es werden auch keine negativen Beiträge von Prozessen – auch nicht mehr von einer Gas-Heizung - aufgeführt.

Die “Brutto”-Bilanzierung für KWK-Prozesse, bei der auf Gutschriften verzichtet wird, können Sie auch ohne das Ändern des Globalschalters durchführen – dazu müssen Sie im Datensatz Ihres BHKW einfach den Prozess löschen, der die Gutschrift vermittelt:

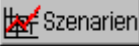
Schritt 10: Schließen Sie alle Fenster und klicken Sie auf  Prozesse. Stellen Sie in der Karte *Filter* die Listbox *Quelle* auf Ihren Namen und markieren Sie dann Ihren Prozess *Gas-BHKW-Kat-50/Gas-1*. Klicken Sie mit der **rechten** Maustaste und wählen Sie *Duplikat erstellen*. Geben Sie dem Duplikat den Namen *Gas-BHKW-Kat-50/brutto-2* bzw. *gas-ICE-cogen-cat-050/gross-2* und bestätigen Sie dies mit der *OK*-Schaltfläche.

Schritt 11: Doppelklicken Sie auf den neuen Prozess, öffnen Sie dessen Karte *Kenndaten* und markieren Sie in der unteren Tabelle das weiße Eingabefeld in der Zeile *Wärme-Bonus-Gas-Hzg*. Klicken Sie mit der **rechten** Maustaste und wählen Sie im lokalen Menü *„Lösche Gutschrift“*. Schließen Sie danach alle Fenster.


Nun haben Sie in der Kopie Ihres Gas-BHKW die Gutschrift “abgestellt” – GEMIS weiß nun nicht, dass ein Koppelprodukt anfällt.

Sie als Anwender wissen aber, dass das BHKW weiterhin 2 kWh nutzbare Abwärme bereitstellt – und Sie können dies beim Vergleich in Szenarien berücksichtigen.

Machen Sie nun noch die Probe, wie sich Ihr “Brutto”-BHKW in einem Szenario verhält:

- Schritt 12: Öffnen Sie das Fenster  und markieren Sie in der Szenarioliste Ihr Szenario *KWK-brutto*. Klicken Sie mit der **rechten** Maustaste und wählen Sie im lokalen Menü *Duplikat erstellen*. Benennen Sie ihr Duplikat *KWK-brutto2* bzw. *cogen-gross2* und bestätigen Sie dies mit der *OK*-Schaltfläche.
- Schritt 13: Doppelklicken Sie auf das neue Szenario und wählen Sie die Karte *Optionen*. Markieren Sie darin die Option *BHKW* und klicken Sie auf den Reiter *Daten*. Positionieren Sie den Mauszeiger im weißen Eingabefeld der Spalte *kWh* und klicken Sie mit der rechten Maustaste. Wählen Sie im lokalen Menü *Bearbeiten*.
- Schritt 14: Im sich öffnenden Fenster wählen Sie im rechten Auswahlfenster den Prozess *Gas-BHKW-Kat-50/brutto-2* und bestätigen Sie dies mit der *OK*-Schaltfläche. Schließen Sie danach das Bearbeitungsfenster für Ihr Szenario.

Nun wollen wir sehen, wie sich das auf die Szenarioergebnisse auswirkt - bevor Sie Ergebnisse erzeugen, machen Sie aber noch folgendes:

- Schritt 15: Wählen Sie Menü *Extras* den Punkt *Einstellungen* und **re**-aktivieren Sie den Haken beim Globalschalter *Gutschriften* – klicken Sie dazu einfach einmal auf das weiße Kästchen bei *Gutschriften*. Wenn der Haken wieder sichtbar ist, klicken Sie auf .

- Schritt 16: Markieren Sie nun Ihr Szenario *KWK-brutto2* und wählen Sie die Karte *Ergebnisse*. Klicken Sie darin auf die Schaltfläche *Tabelle Treibausgase*.

Die nach kurzer Zeit sich öffnende Ergebnistabelle gibt nun folgende Werte:

Die Option *Netz+Gas-Hzg* verursacht 1246 g CO₂-Äquivalente (die Angabe *E+3* steht für den Faktor 10³ bzw. 1000) für 1 kWh Strom + 2 kWh Wärmelieferung, während Ihr *BHKW* nun 853 g und die Option *Gas-GuD+Gas-Hzg* 1036 g CO₂-Äquivalente für 1 kWh Strom + 2 kWh Wärme verursachen.

Diese Werte sind geringfügig niedriger als die Werte, die sich vorher beim deaktivierten „Gutschriften“-Globalschalter ergaben – dies liegt daran, dass auch in den dem BHKW und dem Gas-GuD-Kraftwerk und der Gas-Heizung vorgelagerten Prozessketten zu einem kleinen Teil Gutschriften enthalten sind, die nach der Re-Aktivierung des Globalschalters nun wieder mitbilanziert werden⁵.

⁵ Am bedeutsamsten ist dabei die Gutschrift für elementaren Schwefel bei der Gasaufbereitung sowie für Prozesswärme bei der Schwefelsäuregewinnung und für Strom bei der Eisenerzeugung (Gichtgas-Entspannungsturbine).

Die „Netto“-Bilanzierung arbeitet also mit Gutschriften für das Nebenprodukt von KWK-Prozessen, so dass Sie diese direkt mit z.B. Nur-Strom-Erzeugern vergleichen können⁶.

Bei der „Brutto“-Bilanzierung wird für KWK-Prozesse entweder der Globalschalter für Gutschriften deaktiviert oder auf Prozessebene der Gutschrift-Prozess gelöscht. Beim Vergleich in einem Szenario muss dann jeweils ein Heizsystem zu den Nur-Strom-Optionen (reine Kraftwerke, Stromnetz) hinzugefügt werden, damit die Bilanzgrenzen stimmen.

Um Ihnen den Umgang mit KWK-Prozessen einfach zu machen, sind in der GEMIS-Stammdatenbasis (Projekt *Standard*), die mit der Installation auf Ihrem Rechner gespeichert wurde, bereits „Netto“- und „Brutto“-Prozesse für alle KWK-Typen enthalten.

Bei KWK-Prozessen wird im Namen nach dem Schrägstrich „/“ angegeben, was ersetzt wird:

- */brutto* steht für strom- oder wärmeliefernde KWK-Prozesse **ohne** Gutschrift
- */Öl* steht für stromliefernde KWK-Prozesse mit einer Wärmegutschrift auf Basis einer Öl-Heizung
- */Gas* steht für stromliefernde KWK-Prozesse mit einer Wärmegutschrift auf Basis einer Gas-Heizung
- */el-GuD* steht für wärmeliefernde KWK-Prozesse mit einer Stromgutschrift auf Basis eines neuen Erdgas-GuD-Kondensationskraftwerks
- */el-mix* steht für wärmeliefernde KWK-Prozesse mit einer Stromgutschrift auf Basis des bundesdeutschen Kraftwerks-Mixes
- */el-StK* steht für wärmeliefernde KWK-Prozesse mit einer Stromgutschrift auf Basis eines neuen Steinkohle-Kondensationskraftwerks.

5 Kraft-Wärme-Kopplung in Nur-Energie-Szenarien: Brutto-Bilanz

Im folgenden lernen Sie eine weitere Möglichkeit kennen, wie KWK-Prozesse in Szenarien abgebildet werden können: Anstelle der bisherigen Szenarien des Typs *Variantenvergleich* soll nun ein *Nur-Energie*-Szenario erstellt werden.

Dieser Szenariotyp bietet erheblich mehr Möglichkeiten, um Energieprozesse zu modellieren. Dafür ist er aber auch auf Energie (Strom, Wärme, Kälte) beschränkt und kann nicht noch Stoffe und Verkehr oder Entsorgungsprozesse bzw. monetäre Nachfragen mit einbeziehen.

Bevor Sie mit der Arbeit hierzu beginnen, speichern Sie die bisherige Arbeit in Ihrem neuen Projekt und machen Sie ggf. eine kleine Pause.

Nun soll ein neues Nur-Energie-Szenario erstellt werden, in dem zur Deckung des Heizwärmebedarfs einer kleinen kompakten Siedlung mit 120 Wohneinheiten zwei Optionen verglichen werden sollen:

⁶ Über wärmeliefernde KWK-Prozesse, die eine Stromgutschrift erhalten, erfahren Sie mehr im nächsten Abschnitt. Wärmeliefernde KWK-Prozesse, die „netto“ definiert sind, können Sie direkt mit herkömmlichen Heizanlagen vergleichen.

- drei kleine BHKW mit je 90 kW_{th} kombiniert mit Spitzenkessel und einem Nahwärmenetz
- 120 Standard-Öl-Heizungen, Strombezug aus dem Netz

Für beide Optionen betrage der thermische Leistungsbedarf auf der Nachfrageseite⁷ rund 1170 kW_{th} und die nachgefragte Menge an thermischer Energie 2000 MWh_{th}.

Bei der 1. Option ist zusätzlich ein Nahwärme-Netz mit einem Verlust von rd. 10% vorzusehen. Der Bedarf auf Seiten der Wärmeerzeuger erhöht sich damit auf rd. 1250 kW_{th} bzw. 2200 MWh_{th}. Die drei kleinen BHKWs liefern zusammen 270 kW_{th}, der Spitzenkessel ist grösser und liefert 1000 kW_{th}.

Bei den *Nur-Energie*-Szenarien ist es allerdings wichtig zu wissen, dass sie konsequent die bei KWK-Prozessen ggf. eingestellten **Gutschriften ignorieren** – und zwar aus gutem Grund:


In diesem Szenario-Typ entscheiden Sie bei der Definition der Optionen, was mit dem Nebenprodukt eines KWK-Prozesses geschehen soll – dies ist viel transparenter als die “versteckten” Gutschriften auf der Ebene von Prozessdefinitionen.

Sie wissen aus dem vorherigen Abschnitt, dass das Ignorieren von Gutschriften eine “Brutto”-Bilanzierung darstellt: hier müssen Sie also selbst den Bilanzrahmen so erweitern, dass immer **Kombinationen** von Wärme **und** Strom verglichen werden.

Die drei BHKW erzeugen zusammen 135 kW_{el} bzw. bei 6000 h/a Vollastbetrieb 810 MWh Strom.

Diese Leistung und Stromerzeugung soll als Bedarf für beide Optionen berücksichtigt werden.

Nun kann das zuvor beschriebene Nur-Energie-Szenario eingegeben werden:

Schritt 1: Klicken Sie auf  Szenarien. Positionieren Sie den Mauszeiger im Listenbereich links und klicken Sie auf die **rechte** Maustaste. Wählen Sie im lokalen Menü *Neu...* Geben Sie Ihrem neuen Szenario den Namen *Strom+Wärme* bzw. *electricity+heat* und **ändern Sie den Szenarientyp** zu *Nur Energie (Arbeit und Leistung)*. Klicken Sie dann auf die *OK*-Schaltfläche

Ihr neues Szenario wird in die Liste aufgenommen; es ist markiert.

⁷ GEMIS geht in Energieszenarien vom **Bedarf** aus – üblicherweise ist dies der Bedarf auf der **Output**seite von Prozessen, da GEMIS ja den Nutzungsgrad von Heizsystemen usw. kennt und in die Rechnung einbezieht. In unserem Beispiel stellt die Wärmenachfrage von 2000 MWh aus 120 Häusern einen Wärmebedarf von 16667 kWh pro Haus dar. Die beheizte Wohnfläche liege bei 167 m² pro Haus, womit sich ein Nutzwärmebedarf von rd. 100 kWh/m²*a ergibt, was einem üblichen Neubau nach der Wärmeschutzverordnung entspricht. Niedrigenergiehäuser liegen dagegen bei ca. 60-70 kWh/m²*a, während sog. Passivhäuser mit 25-35 kWh/m²*a auskommen.

- Schritt 2: Doppelklicken Sie auf Ihr neues Szenario *Strom+Wärme*. Geben Sie Ihren Namen als *Quelle* auf Karte *Metadaten* an und klicken Sie auf den Reiter *Optionen*.
- Schritt 3: Positionieren Sie den Mauszeiger in der Optionentabelle und öffnen Sie das lokale Menü mit der **rechten** Maustaste. Wählen Sie *Neue Option*. Überschreiben Sie dann die beiden vorgegebenen Namen (*Option1*) mit *Netz+Öl-Heizung* als 1. Option und *BHKW+Spitzenkessel* für die 2. Option.
- Schritt 4: Tragen Sie bei der ersten Option in der ersten Spalte als *elektrische Leistung* den Wert von 135 kW und in der 2. Spalte als *elektrische Arbeit* 810 MWh ein. Dann geben Sie in der 3. Spalte *thermische Leistung* den Wert von 1170 kW und in der 4. Spalte *thermische Arbeit* 2000 MWh ein. Setzen Sie dann den Haken neben *Gleicher Bedarf*. Die Werte von Option *Netz+Öl-Heizung* werden dadurch für Option *BHKW+Spitzenkessel* übernommen.
- Schritt 5: Wählen Sie nun Ihre 1. Option an und klicken Sie auf Reiter *Daten*, um die dazugehörige Datenkarte zu öffnen. Öffnen Sie die Karte *Erzeugung* und positionieren Sie den Mauszeiger in der **oberen** Tabelle. Klicken Sie die **rechte** Maustaste und wählen Sie N im lokalen Menü. Stellen Sie folgende Filterkriterien ein:

- *Inputkategorie*: Brennstoffe-fossil-Öl
- *Technologiekategorie*: Wärme-Heizung

Wählen Sie den Prozess *Öl-Heizung-DE-2000* aus und klicken Sie auf



Das *Wähle Prozess*-Fenster schließt sich und die Ölheizung wird in die Tabelle *Erzeugung* übernommen.

- Schritt 6: Tragen Sie in Spalte *Anzahl* den Wert "120" ein, da Sie 120 Häuser versorgen müssen. Klicken Sie dann zuerst mit der linken Maustaste auf den Wert 1600 und dann mit der **rechten** Maustaste, um das lokale Menü zu öffnen. Wählen Sie darin den Befehl *Anpassen*.

GEMIS meldet daraufhin in einem Fenster, dass die Nutzungsstunden erhöht wurden – akzeptieren Sie dies mit *OK*.

Die 120 Ölheizungen erzeugen nun 2000 MWh Wärme und decken so die Wärmenachfrage. Nun müssen Sie sich noch um den Strom kümmern – er soll einfach aus dem lokalen Stromnetz kommen. Wo können Sie dies eingeben ?

Schauen Sie auf der *Netzankopplung*-Tabelle (unten) in die vorletzte Zeile – dort steht als Zeilenbezeichner *elektrischer Ausgleich*. Diese Zeile dient dazu, einen Prozess in die Szenario-Option einzufügen, der Strom erzeugt – und genau das wollen Sie ja für die Wohnsiedlung. Daher machen Sie folgendes:

- Schritt 7: Klicken Sie (zweimal) mit der Maus in der Zeile *elektrischer Ausgleich* auf die weiße Zelle, in der noch *keine Anbindung* steht – nun öffnet sich eine Listbox, in der Sie den Prozess *Netz-el-DE-lokal-HH/KV-2000* anwählen. Geben Sie dazu einfach ein "N" ein und schieben Sie die Liste mit dem vertikale Schieber rechts soweit nach unten, bis Sie auf den gewünschten Prozess klicken können.

Ihre Eingabe ist erst dann vom Computer übernommen, wenn der Prozessname *Netz-el-DE-lokal-HH/KV-2000* auf weißem Grund erscheint. Um dies zu erreichen, können Sie z.B. den Text *keine Anbindung* in der Zeile *thermischer Ausgleich* anklicken.

Danach klicken Sie auf den Reiter *Optionen* – in der Spalte *OK* ganz rechts steht nun ein “x” – in dieser Option sind Nachfrage und Erzeugung ausgeglichen.

Die Bearbeitung der 1. Szenario-Option ist damit erfolgreich abgeschlossen. In der 2. Option steht noch kein “x” – hier müssen Sie noch die BHKW, den Spitzenkessel und das Nahwärmenetz einfügen, um den Bedarf zu decken:

Schritt 8: Wählen Sie Ihre 2. Option an und klicken Sie auf Reiter *Daten*, um die dazugehörige Datenkarte zu öffnen. Öffnen Sie die Karte *Erzeugung* und positionieren Sie den Mauszeiger in der **oberen** Tabelle. Klicken Sie die **rechte** Maustaste und wählen Sie *Neu* im lokalen Menü. Stellen Sie folgende Filterkriterien ein:

- *Inputkategorie*: Brennstoffe-fossil-Gase
- *Outputkategorie*: Wärme-Heizen
- *Technologiekategorie*: Koppelprozesse (KWK)

Wählen Sie *Gas-BHKW-Kat-050-th/el-StK* aus und klicken Sie auf *OK*

Das BHKW wurde in die Tabelle *Erzeugung* übernommen.

Schritt 9: Tragen Sie in Spalte *Anzahl* den Wert “3” ein, da Sie 3 BHKW-Module für die Versorgung der Häuser brauchen. Klicken Sie danach in die Summenzeile, damit der Wert übernommen wird.


Schritt 10: Fahren Sie mit dem Mauszeiger noch einmal in die obere Tabelle, klicken Sie erneut mit der **rechten** Maustaste und führen Sie wieder den Befehl “Neu” des lokalen Menüs aus. Stellen Sie als Filterkriterien ein:

- *Inputkategorie*: Brennstoffe-fossil-Gase
- *Outputkategorie*: Wärme-Heizen
- *Technologiekategorie*: Wärme-Kessel

Markieren Sie nun den Gas-Kessel-Prozess *Gas-HW-klein-DE-2000* und klicken Sie wieder auf *OK*.

Der Gas-Kessel wurde in die Tabelle *Erzeugung* übernommen.

Nun muss das Nahwärmenetz in die Szenario-Option einbezogen werden:

Schritt 11: Klicken Sie auf den Reiter *Transport und Verteilung* (**oben links** auf der *Daten-Karte*) und klicken Sie mit der **rechten** Maustaste. Wählen Sie im lokalen Menü *Neu* aus. Im sich öffnenden Auswahlfenster stellen Sie die Listbox *Ortsbezug* auf *Deutschland*. Im Auswahlfenster **rechts** markieren Sie dann den Prozess *Netz\Nahwärme-DE-EFH* und klicken auf .

Ändern Sie dann im Eingabefeld *Länge* den Wert auf 0,5 km, da es sich um eine kompakte Siedlung mit geringen Abständen zwischen den Häusern handeln soll. Sorgen Sie danach bitte dafür, dass der Wert 0,5 auf weissem Grund erscheint, damit der Wert vom Computer übernommen wird. (Sie können das durch Klicken auf das Anteil-Feld neben der 0,5.)

Schritt 12: Klicken Sie wieder auf den Reiter *Erzeugung*. Wählen Sie das Feld in der Zeile mit dem Gas-Kessel, Spalte *Auslastung* an und klicken Sie mit der **rechten** Maustaste, um das lokale Menü zu öffnen. Wählen Sie darin den Befehl *Anpassen*.

GEMIS meldet daraufhin in einem Fenster, dass die Nutzungsstunden verringert wurden – Sie betragen beim Gas-Kessel nun 533,8 Vollaststunden - akzeptieren Sie dies mit *OK*.

Nun sind alle Prozesse für die Szenario-Option eingetragen und „eingelastet“ – die drei BHKW und der Spitzenkessel stellen zusammen die nachgefragte Wärme bereit, wobei sie auch die Verluste des Nahwärmenetzes mit erzeugen müssen.

Schauen wir nach, ob GEMIS mit diesen Angaben zufrieden ist:

Schritt 13: Klicken Sie wieder auf den Reiter *Optionen* und prüfen Sie, ob dort in der Spalte OK nun ein „x“ bei der Option *BHKW+Spitzenkessel* steht.

Ja, das ist der Fall– auch bei dieser Szenario-Option ist nun Nachfrage und Erzeugung ausgeglichen. Die Eingabe dieses Szenarios ist damit abgeschlossen.

Sie können nun nach Schliessen des Fensters “Szenario Strom+Wärme” z.B. die Emissionen beider Optionen in diesem Szenario vergleichen. Sie müssen Ihr Szenario nur markieren, auf den Reiter *Ergebnisse* klicken und dann die entsprechenden Schaltflächen betätigen.

Oder Sie erzeugen Grafiken – dies geht über den Reiter *Grafik* im Szenario-Fenster.

Schritt 14: Speichern Sie Ihre Arbeit (siehe Menü Datei), bevor es weitergeht !

6 Kraft-Wärme-Kopplung in Nur-Energie-Szenarien: Netto-Bilanz

Im vorigen Abschnitt wurde eine Brutto-Bilanz für Wärme und Strom in einem Szenario erstellt – dies ist der “richtige” Weg, um KWK-Prozesse mit anderen zu vergleichen.

Dennoch ist es auch mit *Nur-Energie*-Szenarien möglich, mit Gutschriften zu arbeiten und so Netto-Bilanzen für nur ein Hauptprodukt – Wärme oder Strom – zu erstellen.

Im letzten Teil dieser Tour lernen Sie, wie das geht.

Schritt 1: Schließen Sie alle bisherigen Fenster und öffnen Sie dann wieder das *Szenario*-Fenster. Kopieren Sie dann Ihr schon vorhandenes Szenario *Strom+Wärme* und nennen Sie die Kopie *Nur-Wärme*.

Doppelklicken Sie anschließend auf das neue Szenario, um es zu bearbeiten.

Schritt 2: Öffnen Sie die *Optionen*-Karte und ändern Sie den Namen der 1. Option in *Öl*. Löschen Sie dann die Eingaben in den Spalten *elektrische Leistung* und *elektrische Arbeit*.

Schritt 3: Klicken Sie danach auf die Option *BHKW+Spitzenkessel*, öffnen Sie dessen Karte *Daten* und klicken Sie dann auf den Reiter *Erzeugung*.

Schritt 4: **Doppelklicken** Sie mit der Maus in der Zeile *elektrischer Ausgleich* auf die weiße Zelle, in der noch *keine Anbindung* steht – nun öffnet sich eine Listbox, in der Sie den Buchstaben “T” eingeben und dann den Prozess *Strom-Bonus-el-mix-DE-2000* anwählen.

Danach klicken Sie in die Zelle **rechts daneben** (Spalte *Restbedarf el.*) - nun sehen Sie, dass GEMIS hier genau die Werte eingetragen hat, die der Stromerzeugung der BHKW entsprechen (vgl. Tabelle darüber).

Der elektrische Ausgleich ist negativ – die Stromerzeugung aus den BHKW erhält somit eine Gutschrift, die auf Basis des in der Listbox gewählten Prozesses *Strom-Bonus-el-mix-DE-2000* erfolgt. Dieser Prozess repräsentiert den durchschnittlichen Kraftwerkspark in Deutschland.

Die Gutschrift für den BHKW-Strom erfolgt, weil es in der Bedarfsdefinition der Szenario-Option keinen Strombedarf mehr gibt – der „Überschuss“ wird also zurück ins Netz gespeist.

Das war es schon – Sie haben nun aus dem „Brutto“-Szenario mit wenigen Mausclicks ein „Netto“-Szenario gemacht, in dem nur noch die Wärme interessiert und für den KWK-Strom eine Gutschrift erfolgt.

Im *Nur-Energie*-Szenario-Typ entscheiden Sie also bei der Definition der Optionen, was mit einem Nebenprodukt eines KWK-Prozesses geschehen soll – dies ist viel transparenter als die “versteckten” Gutschriften auf der Ebene von Prozessdefinitionen.

Die KWK-Tour ist damit beendet und wir wünschen Ihnen weiterhin viel Erfolg bei der Arbeit mit GEMIS.