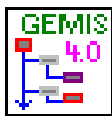


Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS)



Wie arbeite ich mit GEMIS 4.0 ?

Schritt für Schritt – Anleitung (Tour)

Tour 3: Einfache Berechnung der Umwelteffekte von Prozessen

Uwe R. Fritsche/Klaus Schmidt

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

Büro Darmstadt

Elisabethenstr. 55-57

D-64283 Darmstadt

Tel. 06151-8191-0

FAX 06151-8191-33

Geschäftsstelle Freiburg

Binzengrün 34 a

D-79114 Freiburg

Tel. 0761-45295-0

FAX 0761-475437

Büro Berlin

Novalisstr. 10

D-10115 Berlin

Tel. 030-280-486-80

FAX 030-280-486-88

<http://www.oeko.de/>

Darmstadt, August 2000

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele dieser Tour	1
2	Wie berechne ich Umweltaspekte für Prozesse, die Energie, Transporte oder Stoffe bereitstellen ?.....	2
2.1	Vorbereitung: Starten und Datenbank laden.....	2
2.2	KEA-Berechnung für eine Ölheizung.....	3
2.3	Der KEA eines Autos.....	4
2.4	Emissionsberechnung für ein Auto	5
2.5	Umweltbilanz für Bier	5
2.6	Vergleich von KEA für zwei Prozesse	6
2.7	Einfache Analysen: Die Prozesskettenanzeige	6
3	Ausblick: Szenarien können mehr.....	7

1 Ziele dieser Tour

„Touren“ sind Schritt-für-Schritt-Anleitungen, die AnwenderInnen in die praktische Verwendung von GEMIS anhand ausgewählter Beispiele einführen.

In dieser Tour lernen Sie, wie für schon in der GEMIS-Datenbank enthaltene Prozesse der Kumulierte Energie-Aufwand (KEA) berechnet wird – und ganz nebenbei können Sie auch die zugehörigen Versauerungspotenziale (in SO₂-Äquivalenten) und die jeweilige Treibhausgasbilanz (in CO₂-Äquivalenten) bestimmen.

Sie werden sehen, dass dies mit wenigen Tastatur- bzw. Mauseingaben möglich ist, und dass Sie durch die Verwendung von Datenbankfiltern bzw. durch eine neue Suchfunktion schnell zu interessierenden Prozessen gelangen.

Eine neue Funktion in GEMIS 4.0 erlaubt die schnelle Berechnung wichtiger Energie- und Umweltdaten, und ein grafisches Werkzeug dient zur Visualisierung von Prozessverknüpfungen in Lebenswegen.

Diese Tour dient vor allem dazu, Sie mit der gegenüber den bisherigen GEMIS-Versionen geänderten Bedienungsfläche und neuen Funktionen vertraut zu machen.

Beachten Sie dabei, dass in GEMIS Version 4.0 auch eine Online-Hilfe eingebaut ist, die weitere Fragen beantwortet.

In weiteren Touren können Sie lernen, wie durch die Verwendung von Beispielszenarien Ergebnisse für mehr als einem Prozess berechnet werden (also für eine **Kombination mehrerer** Prozesse), und wie Sie die Ergebnisse in Grafiken darstellen und auch Ergebnistabellen aus GEMIS exportieren können.

Soviel der Vorrede – nun viel Erfolg beim Ausprobieren der Tour !

Ihr GEMIS-Entwicklerteam

2 Wie berechne ich Umweltaspekte für Prozesse, die Energie, Transporte oder Stoffe bereitstellen ?

Auf den folgenden Seiten lernen Sie, wie Sie ohne großen Aufwand den kumulierten Energie-Aufwand (KEA) sowie die Versauerungspotenziale (in SO₂-Äquivalenten) und Treibhauspotenziale (in CO₂-Äquivalenten) zuerst für eine Ölheizung, dann für einen Pkw und schließlich für Bier mit GEMIS berechnen.

2.1 Vorbereitung: Starten und Datenbank laden


Um mit GEMIS arbeiten zu können, sind einige Schritte zur Vorbereitung notwendig:

Schritt 1: Starten Sie GEMIS 4.0 und lesen Sie den Text im Hinweisfenster, das Sie nach dem Lesen schließen (Klick mit der Maus auf den Schaltknopf „X“ in der oberen rechten Ecke des Hinweisfensters, oder Tastenkombination Strg+F4). Dann klicken Sie mit der Maus oben links auf den *Menüpunkt* „Datei“ und dann im angezeigten Menü auf die erste *Option* „Öffne Projekt“.

Im Auswahlfenster sehen Sie nur ein Projekt mit dem Namen „Standard.prd“, das auch schon in der Box „Dateiname“ als Vorgabe angezeigt wird. Klicken Sie auf den Schaltknopf „Öffnen“ rechts unten im Auswahlfenster.

Nun zeigt GEMIS in der Mitte des Bildschirms ein kleines Nachrichtenfenster, in dem der Fortschritt beim Laden der Projektdatenbasis durch einen Balken signalisiert wird.

Am oberen Rand des GEMIS-Programmfensters wird nun auch der Name des geladenen Projekts inklusive seines Pfades angezeigt.

Schritt 2: Klicken Sie auf den Schaltknopf , und GEMIS öffnet ein Fenster, in dem eine Liste der im Projekt gespeicherten Prozesse erscheint. Diese Liste ist alphabetisch geordnet. Rechts neben der Liste sehen Sie eine Kurzbeschreibung des in der Liste gewählten Datensatzes – beim Öffnen des Fensters ist dies automatisch der oberste Eintrag in der Liste.

Im rechten Fensterteil sehen Sie außerdem am oberen Rand *drei Reiter* mit der Bezeichnung „Info“ und daneben „Kommentar“ und „Filter“.

Schritt 3: Klicken Sie mit der Maus auf den Reiter „Filter“, und GEMIS zeigt in der rechten Fensterhälfte nun eine Vielzahl von Auswahlboxen an, in denen Sie durch Auswahl von Datenbankfiltern den Umfang der links angezeigten Liste steuern können.

Diese Filter-Optionen helfen Ihnen, in der mit rund 4000 Prozessen sehr großen Datenbank die Prozesse zu finden, die Sie interessieren. Lassen Sie sich nicht durch die Vielzahl der Filter verwirren – Sie werden die wichtigsten kennenlernen (und sonst hilft die Online-Hilfe in GEMIS).

2.2 KEA-Berechnung für eine Ölheizung

Schritt 4: Zuerst soll eine **Ölheizung** gefunden werden – um diese in der Prozessliste zu finden, klicken Sie mit der Maus in der rechten Fensterhälfte auf die Auswahlbox „*Input Produkt Gruppe*“. Suchen Sie in der aufgeklappten Auswahlbox nach dem Eintrag „*Brennstoffe – fossil – Öl*“. (Sie müssen die Bildlaufleiste verwenden.) Klicken Sie auf diesen Eintrag.

Nun erscheinen in der Prozessliste auf der linken Seite nur noch Prozesse, die fossile Brennstoffe des Typs „Öl“ verwenden – jedoch ist noch keine Ölheizung sichtbar.

Wählen Sie einen zusätzlichen Datenbankfilter: klicken Sie mit der Maus in der rechten Fensterhälfte auf die Auswahlbox „*Technologie Gruppe*“ und bewegen den vertikalen Schieber am rechten Rand der aufgeklappten Auswahlbox mit **gedrückter** linker Maustaste ganz nach unten. Nun sehen Sie in der Auswahlbox u.a. den Eintrag „*Wärme – Heizung*“ – klicken Sie darauf.

Die Prozessliste links zeigt nun alle Prozesse aus der GEMIS-Datenbank, die als Heizungstechnologie fossile Brennstoffe des Typs „Öl“ verwenden – und oben in der Liste steht an 2. Stelle der Name „*Öl-Heizung atmosphärisch-D*“: Dies ist die gesuchte Ölheizung. Klicken Sie mit der Maus auf den Namen dieses Prozesses, und er wird dunkelblau markiert.

Schritt 5: Um nun den KEA für Wärme aus dieser Ölheizung zu berechnen, klicken Sie einmal mit der **rechten** Maustaste auf den Prozessnamen, und GEMIS öffnet nach kurzer Zeit ein sogenanntes lokales Menü: Darin klicken Sie mit der Maus auf den Eintrag „*KEA, Rohstoffe, Fläche*“. Jetzt öffnet GEMIS ein neues Fenster mit dem Titel „Ergebnisse“ und der Unterschrift „Kumulierter Energieaufwand“, und das Programm berechnet den KEA. Je nach Rechner kann dies einige Sekunden dauern, und dann wird das Ergebnis in dem Fenster ausgegeben .

Sie haben gerade für den Prozess „*Öl-Heizung-atmosphärisch-D*“ den KEA berechnet – so schnell geht das ! Im Ergebnisfenster sehen Sie zuerst die KEA-Einzelkomponenten sowie die KEA-Summe, darunter dann die Beiträge der einzelnen Primärenergien am KEA.

Wenn Sie GEMIS das erste Mal gestartet haben, hat das Programm die voreingestellten Einheiten für Energie, Masse usw. verwendet – dies sind TJ für Energie und kg für Masse. GEMIS berechnet den KEA immer für das 1000-fache der eingestellten Einheit, also in diesem Fall für 1000 TJ Wärme.

Dies ist bei der Ölheizung eine recht unanschauliche Einheit - Sie können in GEMIS die Einheiten aber auch selbst einstellen – und das geht so:

Schritt 6: Schließen Sie zuerst das Ergebnisfenster (Mausklick auf Schaltknopf „X“ an der oberen rechten Ecke des Fensters oder Tastenkombination Strg+F4). Klicken Sie dann in der Menüleiste auf den Menüpunkt „*Extras*“ und wählen Sie darin die dritte Option „*Einheiten*“. GEMIS öffnet nun ein Fenster, in dem Sie auf die 1. Auswahlbox klicken und darin den 5. Eintrag mit der Endung „*kWh*“ wählen. Schließen Sie danach das Einheitenfenster.

Schritt 7: Klicken Sie wieder auf den Prozess „*Öl-Heizung-atmosphärisch-D*“ in der Prozessliste und klicken Sie nochmals mit der **rechten** Maustaste auf den Prozessnamen. Im lokalen Menü klicken Sie wieder auf den Eintrag „*KEA, Rohstoffe, Fläche*“.


Wieder öffnet GEMIS das Ergebnisfenster, rechnet eine Weile und zeigt dann den KEA an, diesmal für 1000 kWh Raumwärme aus der Ölheizung – dies entspricht in etwa dem jährlichen Heizwärmebedarf für 10 m² beheizter Wohnfläche in einem typischen Haus.

Das Ergebnis bedeutet, dass eine Ölheizung rund 1387 kWh Primärenergie benötigt, um den Heizwärmebedarf von 1000 kWh Wärme bereitzustellen – hierin sind auch Förderung, Transport und Raffination des Öls wie auch Hilfsstrom für die Heizungspumpe und sogar die Herstellung der Heizung (und der Raffinerie, des Öltankers etc.) berücksichtigt.

2.3 Der KEA des Autofahrens

Wie Sie Näheres zum Entstehen dieses Ergebnisses herausfinden, werden Sie in einer weiteren Tour erfahren - nun erst einmal weiter mit der Berechnung des KEA für das Fahren mit dem Auto (Pkw).

Schritt 8: Schließen Sie das KEA-Ergebnisfenster (klicken Sie dazu auf den Schaltknopf „X“ in seiner oberen rechten Ecke) und danach auch das Fenster „Liste der Prozesse“.

Dann klicken Sie wieder auf den Schaltknopf  und GEMIS zeigt die Liste aller gespeicherten Prozesse – es erscheint nun wieder die ungefilterte Liste, in der noch der Prozess „*Öl-Heizung atmosphärisch-D*“ markiert ist (GEMIS hat sich dies gemerkt).

Nun soll aber ein *Pkw* interessieren – um diesen in der Prozessdatenbank zu finden, klicken Sie in der Menüleiste auf den Menüpunkt „*Bearbeiten*“ (das ist der 2. von links) und wählen Sie darin die letzte Option „*Suchen*“.

GEMIS zeigt nun ein kleines Fenster, in dem es auf die Eingabe eines Suchbegriffs wartet. Geben Sie über die Tastatur einfach „*Pkw*“ ein, und klicken Sie auf den Schaltknopf „*Weitersuchen*“.

In der Liste, die links neben dem Suchfenster angezeigt wird, erscheint nun der erste Prozessname, der den Suchbegriff „*Pkw*“ enthält – dies ist „*Pkw*“. Ein Pkw ist also schnell gefunden – schließen Sie daher das Suchfenster durch Klicken auf den Schaltknopf „*Abbrechen*“.

Um nun den KEA für dieses Fahrzeug zu berechnen, klicken Sie wieder mit der **rechten** Maustaste auf den Prozessnamen. Im lokalen Menü klicken Sie dann auf den Eintrag „*KEA, Rohstoffe, Fläche*“ – und nun öffnet GEMIS ein Ergebnisfenster und rechnet wie zuvor den KEA aus – diesmal allerdings nicht für Heizwärme, sondern für 1000 P*km, also tausend Personen-Kilometer Fahrleistung.

Wie Sie nach wenigen Sekunden sehen können, sind dafür rund 623 kWh Primärenergie notwendig, wobei wiederum sowohl die Ölförderung, Transport und Benzinherstellung wie auch die Herstellung des Pkw einbezogen sind.

2.4 Emissionsberechnung für das Autofahren

Da die KEA-Berechnung für den Pkw ziemlich schnell ging, probieren Sie doch auch noch aus, wie Sie mit GEMIS ohne große Umstände auch die Schadstoffemissionen dieses Pkw berechnen können – das geht so:

Schritt 9: Schließen Sie wieder das KEA-Ergebnisfenster und klicken Sie nochmals mit der **rechten** Maustaste auf den Prozessnamen *Pkw*. Wählen Sie nun im lokalen Menü nicht KEA, sondern „*Emissionen, Reststoffe*“, was Sie direkt darüber finden.

Wieder öffnet GEMIS daraufhin ein Ergebnisfenster, diesmal aber mit dem Untertitel *Emissionen*. Nach einigen Sekunden erscheinen dann die Emissionen, die bei 1000 P*km Fahrleistung des Pkw entstehen - zuerst wird das Versauerungspotenzial in SO₂-Äquivalenten und darunter die einzelnen sauren Schadstoffe aufgelistet.

Weiter unten wird zusätzlich das Treibhauspotenzial (in CO₂-Äquivalenten) ausgegeben und darunter die einzelnen Treibhausgase. Wie beim KEA sind auch hierin sowohl Ölförderung, Benzinherstellung usw. und die Verbrennung des Benzins im Pkw-Motor wie auch die Herstellung des Pkw einbezogen.

2.5 Umweltbilanz für Bier

Auch die Schadstoffbilanzierung für einen Prozess in der Datenbank geht also schnell – dies sollen Sie nun noch für einen weiteren Prozess durchführen: die **Bierherstellung**.

Schritt 10: Schließen Sie zuerst das Ergebnisfenster. Nun suchen Sie den „Bier“-Prozess - hierzu klicken Sie in der Menüleiste auf den Menüpunkt „Bearbeiten“ und wählen die Option „Suchen“.

GEMIS zeigt nun ein kleines Fenster, in dem es auf die Eingabe eines Suchbegriffs wartet. Geben Sie über die Tastatur einfach „*Bier*“ ein, und klicken Sie auf den Schaltknopf „*Weitersuchen*“.

In der Liste, die links neben dem Suchfenster angezeigt wird, erscheint nun der erste Prozessname, der den Suchbegriff „Bier“ enthält – dies ist der Prozess „NG-Herstellung\Bier“.

Dieser Prozess repräsentiert die Bierherstellung in einer Brauerei – und für diese können Sie nun den KEA berechnen (und wenn Sie wollen, auch die Emissionen):

Schritt 11: Klicken Sie im Suchfenster auf „Abbrechen“, dann mit der **rechten** Maustaste auf *NG-Herstellung\Bier* und wählen im lokalen Menü *KEA, Ressourcen, Fläche*.

GEMIS zeigt im Ergebnisfenster, dass für die Herstellung von 1000 kg Bier durch den Prozess „NG-Herstellung\Bier“ ein Primärenergieaufwand von 1203 kWh nötig ist, wofür überwiegend Erdgas und Erdöl eingesetzt werden. Da 1 kg Bier etwa 1 Liter entspricht, sind dies ca. 1,2 kWh Primärenergie je „Mass“ – oder anders ausgedrückt: je Liter Bier wird der Gegenwert von 0,12 Liter Rohöl verbraucht.

Zur Emissionsberechnung klicken Sie nochmals mit der rechten Maustaste auf den Bier-Prozess und wählen im lokalen Menü „Emissionen, Reststoffe“ – das Ergebnis bedeutet, umgerechnet auf 1 l Bier, ein Treibhauspotenzial von 0,33 kg.

2.6 Vergleich von KEA für zwei Prozesse

Abschließend sollen Sie noch einen kurzen Vergleich des herkömmlichen Bierbrauens mit einem „Öko“-Bier berechnen:

- Schritt 12: Sie haben ja schon den KEA für das „normale“ Bier berechnet, das Ergebnisfenster ist noch auf Ihrem Bildschirm (schließen Sie dagegen das Ergebnisfenster für die Emissionen, falls Sie diese berechnet haben).
Lassen Sie das KEA-Ergebnisfenster weiterhin geöffnet und klicken Sie mit der Maus auf den Prozessnamen „NG-Herstellung\Bier-öko“, der direkt unter der normalen Brauerei in der Prozessliste steht.
Dann klicken Sie wieder mit der rechten Maustaste auf die Öko-Brauerei, und wählen „KEA“ im lokalen Menü.

Das neue Ergebnisfenster zeigt Ihnen dann den kumulierten Energieaufwand für die Bierherstellung mit Gerste aus ökologischem Anbau – dieser erfordert einen KEA von rund 1193 kWh Primärenergie je 1000 kg Öko-Bier.

Wie kommt es zu dieser etwas geringeren Zahl ?

2.7 Einfache Analysen: Die Prozesskettenanzeige

Um hierauf eine erste Antwort zu finden, probieren Sie eine weitere Option von GEMIS aus: die **Prozesskettenanzeige**. Um diese zu aktivieren, gehen Sie wie folgt vor:

- Schritt 13: Schließen Sie zuerst alle Ergebnisfenster, lassen Sie aber das Fenster mit der Prozessliste geöffnet. Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste auf den Prozessnamen „NG-Herstellung\Bier-öko“, und wählen Sie im lokalen Menü die Option *Prozesskettenbild*. Es erscheint eine Grafik, in der Sie die der Öko-Brauerei vorgelagerten Prozesse sehen – direkt über der Brauerei die Mälzerei, und darüber der Prozess zum Ökoanbau von Sommergerste.

Sie werden bemerken, dass rechts und links von den Prozessen Brauerei, Mälzerei und Anbau weitere Prozesse angezeigt werden – rechts mit **roten** Verbindern energieliefernde Prozesse (Stromnetz, Prozesswärme, Dieselmotor), und links mit **blauen** Verbindern stoffliefernde Prozesse (*Chem-Anorg\Dünger-P-öko*) links neben dem Ökoanbau von Sommergerste).

Diese „Baumdarstellung“ zeigt die Verknüpfungen, die den Lebensweg des Biers in der GEMIS-Prozessdatenbank ausmachen – von nichts kommt nichts, auch kein Bier. Die Brauerei braucht die Mälzerei, und die Mälzerei wiederum den Gerstenanbau. Jeder Prozess braucht mehr oder weniger viel Hilfsenergie, und z.T. auch stoffliche Inputs.

Wie vergleicht sich nun der Lebensweg des „Öko“-Biers mit dem herkömmlichen ?

Um dies zu sehen, erzeugen Sie noch ein Prozesskettenbild, diesmal für die herkömmliche Brauerei:

Schritt 14: Lassen Sie das Prozesskettenbild für „NG-Herstellung\Bier-öko“ geöffnet und klicken Sie in der Prozessliste nochmals den Prozess *NG-Herstellung\Bier* an. Dann klicken Sie mit der rechten Maustaste und wählen wieder im lokalen Menü die Option *Prozesskettenbild*. Es erscheint eine weitere Grafik, in der Sie die der „normalen“ Brauerei vorgelagerten Prozesse sehen – wiederum die Mälzerei, und darüber der Prozess zum konventionellen Anbau von Sommergerste.

Oben links im Bild sehen Sie mit blauen Verbindern drei stoffliefernde Prozesse, die mit dem Anbau von Sommergerste verknüpft sind: Chem-Anorg\Dünger-K, Chem-Anorg\Dünger-P, und Chem-Anorg\Dünger-N.

Im Vergleich zum Prozesskettenbild für die Öko-Brauerei wird hier also ein weiterer Dünger eingesetzt – **und dies hat Konsequenzen für den Energiebedarf**.

Um zu sehen, was sich „hinter“ dem Prozess *Chem-Anorg\Dünger-N* verbirgt, klicken Sie mit der Maus auf diesen Namen im Prozesskettenbild, und GEMIS zeigt nun die **diesem** Prozess vorgelagerte Prozesskette an: Über mehrere Stufen wird N-Dünger aus Erdgas hergestellt¹. Der Öko-Anbau von Sommergerste kommt ohne diesen Stickstoff (N)-Dünger aus, spart also diesen Aufwand ein.

Die Prozesskettenanzeige gibt Ihnen somit einen generellen Eindruck von dem Lebensweg, der aus verschiedenen Prozessen bestehen kann, um ein Produkt bereitzustellen.

3 Ausblick: Szenarien können mehr

Diese grafische Anzeige gibt aber keine Auskunft darüber, wie viel Energieaufwand oder Emissionen in den Vorketten „versteckt“ sind – hierzu bedarf es **quantitativer** Analyseoptionen, die in GEMIS ebenfalls enthalten sind.

Um solche Analysen durchzuführen, reicht jedoch die einfache Berechnung des KEA oder auch der Schadstoffe in der Prozessdatenbank von GEMIS nicht aus – hierzu ist es erforderlich, sog. **Szenarien** zu berechnen. Wie Sie dies bewerkstelligen, zeigt Ihnen eine Tour zu Szenarien in GEMIS – dort erfahren Sie auch, wie Sie eine Kombination von **mehreren** Prozessen **gleichzeitig** berechnen.

Die Tour ist nunmehr beendet. Sie können nun Prozesse in der Datenbank durch die Auswahl von Filterkriterien finden oder auch über den Suchbefehl, wenn Sie ein Namenselement kennen. Die Berechnung des KEA und der Emissionen ist dann nur noch einen Mausklick entfernt.

Wir danken für die Aufmerksamkeit und wünschen weiterhin viel Erfolg.

¹ Wenn Sie wieder zum ursprünglichen Bild zurückkehren wollen, klicken Sie mit der **rechten** Maustaste auf das Prozesskettenbild und wählen im erscheinenden lokalen Menü die Option „zurück“.