

Bedienungsanleitung MultiVaLCA

(ab Version 0.821)

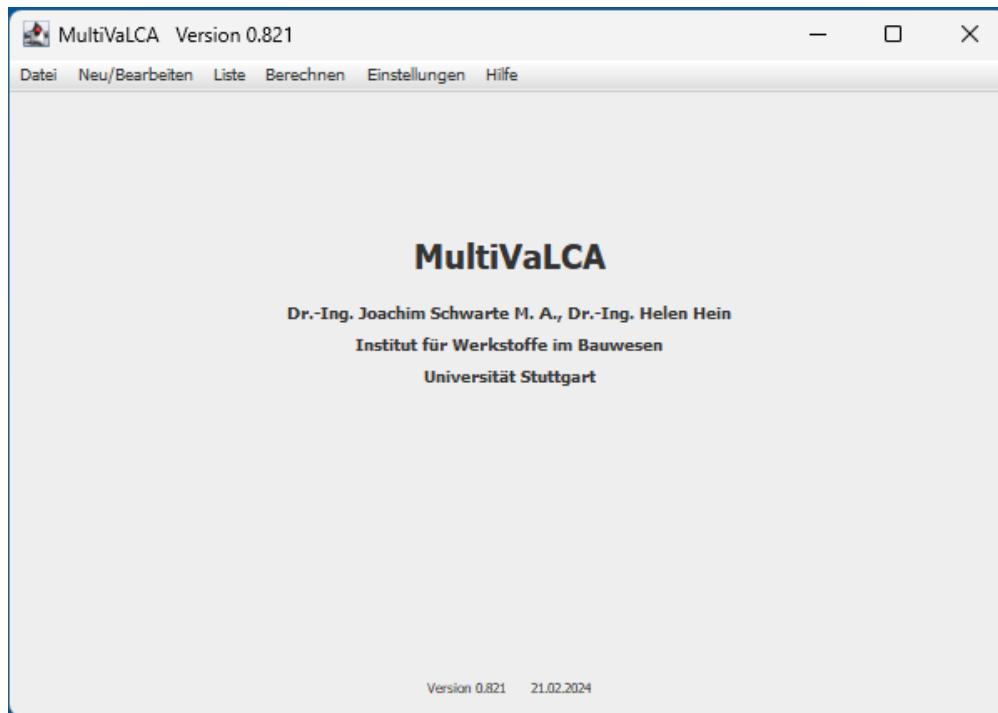
Dr.-Ing. Joachim Schwarte M. A.
(joachim.schwarte@iwb.uni-stuttgart.de)

1 Installation

Die jeweils aktuelle Version der MultiVaLCA-Software kann am einfachsten unter Verwendung der Entwicklungsumgebung Eclipse¹ verfügbar gemacht und verwendet werden. Beim Start von Eclipse sollte zunächst ein beliebiges noch leeres Verzeichnis als Workspace ausgewählt oder erzeugt werden. Es ist für das Weitere sicher zweckmäßig, dieses Verzeichnis „MultiVaLCA“ zu nennen. Innerhalb von Eclipse kann das Projekt MultiVaLCA dann aus dem auf dem Server github.com vorhandenen Projekt-Repository importiert werden. Hierzu muss zunächst der Menüpunkt [file > Import...]² gewählt werden. In dem erscheinenden Dialogfenster „Select“ wird nun der Punkt [Git > Projects from Git (with smart import)] ausgewählt und im darauffolgenden Schritt, der überschrieben ist mit „Select Repository Source“, ist der Punkt [Clone URI] auszuwählen. Im dann erscheinenden Dialogfenster „Source Git Repository“ muss nur das Eingabefeld [URI:] ausgefüllt werden. Die Adresse des Projekts, die hier einzutragen ist, lautet: <https://github.com/JoachimSchwarte/MultiVaLCA>. Alle anderen Felder werden entweder automatisch ausgefüllt oder sie können leer bleiben. Auch in den noch folgenden Dialogfenstern müssen keine Eintragungen vorgenommen werden. Alle dort vorhandenen Einstellungen können mit der Taste [Next] bestätigt werden. Sofern innerhalb von Eclipse nach Abschluss des beschriebenen Vorgangs noch der Willkommensbildschirm angezeigt wird, kann dieser durch Klick auf das x neben der Überschrift [Welcome] beendet werden. In der dann erscheinenden Ansicht ist der linke Teilbereich mit [Package Explorer] überschrieben. Hier findet sich nur ein Eintrag, der das zuvor importierte Projekt MultiVaLCA repräsentiert. Dieser Eintrag kann durch Mausklick auf das voranstehende > geöffnet werden. Im Weiteren sind die erscheinenden Unterordner [src] und [de.unistuttgart.iwb.multivalcagui] ebenfalls zu öffnen. Doppelklick auf die Datei MultiVaLCA.java öffnet diese im zentralen Editorbereich. Das Programm kann nun mit dem Menüpunkt [Run] zur Ausführung gebracht werden. Es erscheint der Begrüßungsbildschirm von MultiVaLCA:

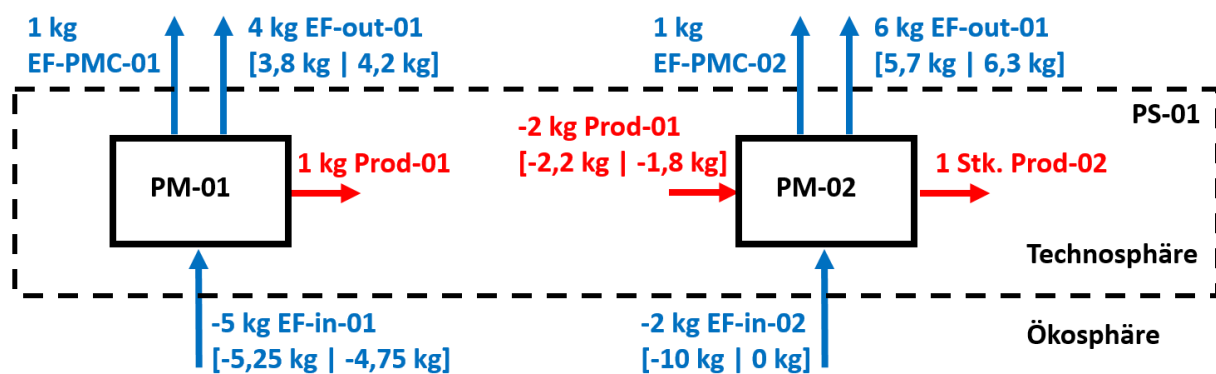
¹ Eclipse IDE for Java Developers; Download unter: <https://www.eclipse.org/downloads/packages/>

² Eckige Klammern werden hier und im Folgenden zur Kennzeichnung von Bedienelementen innerhalb der graphischen Benutzeroberflächen (GUI) verwendet. Das Zeichen > dient, sofern es innerhalb eckiger Klammerpaare erscheint als Trennzeichen zwischen Auswahlritten, die zu einem Auswahlpfad gehören.



2 Sachbilanz einfacher Produktsysteme

Als erstes einführendes Beispiel für die Verwendung von MultiVaLCA wird im Folgenden das unten dargestellte Produktsystem untersucht:

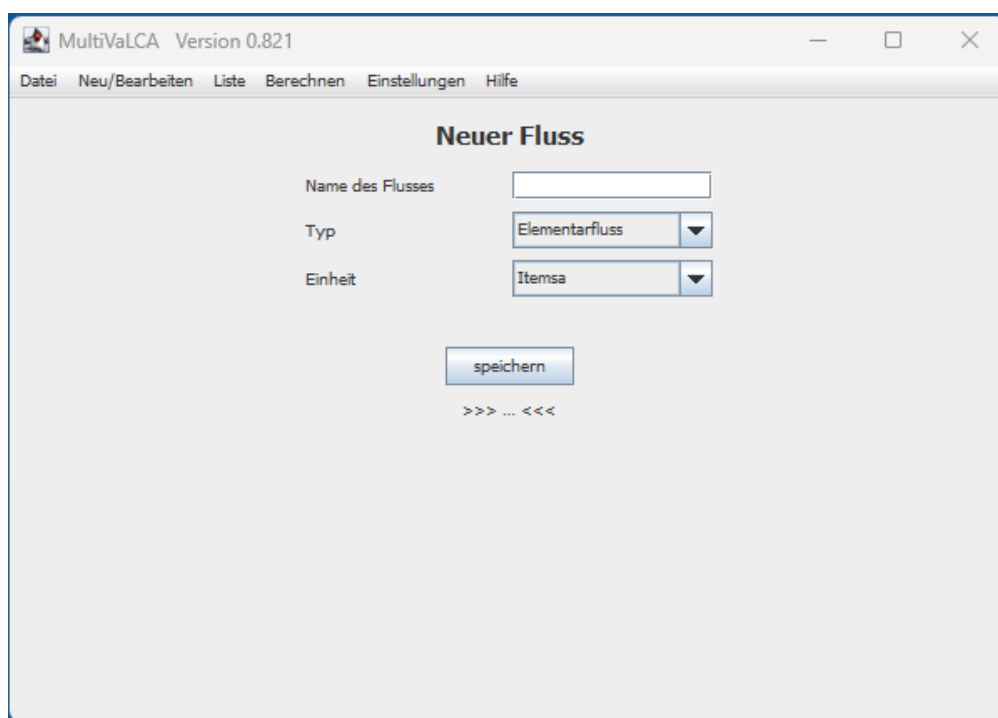


In der obigen Abbildung stellen die blauen senkrechten Pfeile Elementarflüsse und die roten horizontalen Pfeile Produktflüsse dar. Alle Flüsse sind mit Mengenangaben versehen, wobei die Wertepaare in eckigen Klammern die Ungenauigkeiten oder die Unsicherheiten der angegebenen Mengen in Form von Intervallen ausdrücken³. Das Produktsystem besteht aus nur zwei

³ Diese Verwendung eckiger Klammern ist nicht mit der weiter oben eingeführten Verwendung im Zusammenhang mit den GUIs zu verwechseln. Als Trennzeichen zwischen der Unter- und Obergrenze der Intervalle kommt der senkrechte Strich | zum Einsatz.

Prozessmodulen (PM-01 und PM-02) und dient der Produktion von einem Stück der Endprodukts Prod-02. Das auftretenden Zwischenprodukt Prod-01 wird im Prozessmodul PM-01 erzeugt und im Prozessmodul PM-02 vollständig verbraucht⁴. Negative Vorzeichen der angegebenen Flussmengen deuten auf Verbräuche hin, wohingegen positive Werte die Erzeugung der entsprechenden Flüsse anzeigen. Die Elementarflüsse EF-PMC-01 und EF-PMC-02 werden hier als reine Kontrollgrößen verwendet, die nicht in spätere Wirkungsabschätzungen einfließen. EF-in-01 und EF-in-02 sind Elementarflüsse von Input-Typ, d h. es handelt sich um Ressourcenverbräuche. EF-out-01 ist ein Elementarfluss vom Output-Typ, d h. es handelt sich hierbei um eine Emission.

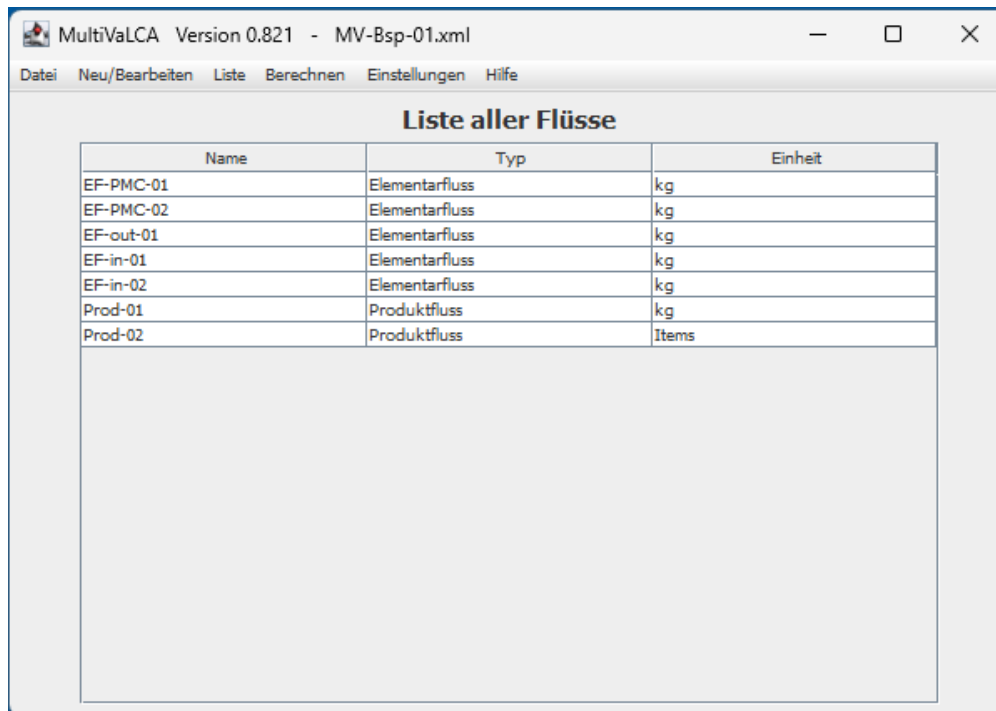
Die Erfassung der relevanten Daten beginnt mit der Eingabe aller benötigten Flüsse über den Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Fluss]:



Insgesamt sind sieben Objekte des Typs Fluss zu erfassen, wobei fünf vom Typ „Elementarfluss“ und zwei vom Typ „Produktfluss“ sind. Nach erfolgter Eingabe können die entsprechenden Daten über den Menüpunkt [Liste > Flüsse] abgerufen werden⁵.

⁴ Dies ist das zentrale Konzept der Ökobilanz. Nur Elementarflüsse können aus der Umwelt entnommen oder in diese emittiert werden. Produktflüsse müssen entweder für die Deckung eines vorliegenden Bedarfs Verwendung finden oder aber sie müssen sich innerhalb der Produktionssysteme vollständig aufheben. Sofern dies für einen konkreten Fluss, der zunächst den Charakter eines Produktflusses hat, nicht der Fall ist, handelt es sich tatsächlich um „Abfall“ und mithin um einen Elementarfluss, der in der Ökobilanz entsprechend modelliert werden muss.

⁵ Eine nachträgliche Bearbeitung der Flussnamen sowie der jeweiligen Zuordnung von „Typ“ und „Einheit“ ist in MultiVaLCA (noch) nicht möglich. Eine „externe“ Bearbeitungsmöglichkeit von erfassten Daten wird weiter unten erläutert.



The screenshot shows the MultiVaLCA Version 0.821 window with the menu bar: Datei, Neu/Bearbeiten, Liste, Berechnen, Einstellungen, Hilfe. The main area is titled 'Liste aller Flüsse' and contains a table with the following data:

Name	Typ	Einheit
EF-PMC-01	Elementarfluss	kg
EF-PMC-02	Elementarfluss	kg
EF-out-01	Elementarfluss	kg
EF-in-01	Elementarfluss	kg
EF-in-02	Elementarfluss	kg
Prod-01	Produktfluss	kg
Prod-02	Produktfluss	Items

Der erfasste Datenbestand kann jederzeit über den Menüpunkt [Datei > XML-Export] in einer Datei abgespeichert werden. Die bisher erfassten Daten werden in einer solchen XML-Datei wie folgt repräsentiert (vgl. Datei MV-Bsp-01.xml⁶):

```
<Flows>
  <Flow>
    <FlowName>EF-PMC-01</FlowName>
    <FlowType>Elementary</FlowType>
    <FlowUnit>kg</FlowUnit>
  </Flow>
  <Flow>
    <FlowName>EF-PMC-02</FlowName>
    <FlowType>Elementary</FlowType>
    <FlowUnit>kg</FlowUnit>
  </Flow>
  <Flow>
    <FlowName>EF-out-01</FlowName>
    <FlowType>Elementary</FlowType>
    <FlowUnit>kg</FlowUnit>
  </Flow>
  <Flow>
    <FlowName>EF-in-01</FlowName>
    <FlowType>Elementary</FlowType>
    <FlowUnit>kg</FlowUnit>
  </Flow>
  <Flow>
```

⁶ Diese Datei enthält den Endzustand, so wie er nach vollständiger Datenerfassung des hier betrachtete Beispiels abgespeichert werden kann. Die Datei und zunächst nur zum Zwecke der Überprüfung der einzelnen beschriebenen Arbeitsschritte verwendet werden.

```
<FlowName>EF-in-02</FlowName>
<FlowType>Elementary</FlowType>
<FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
<Flow>
  <FlowName>Prod-01</FlowName>
  <FlowType>Product</FlowType>
  <FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
<Flow>
  <FlowName>Prod-02</FlowName>
  <FlowType>Product</FlowType>
  <FlowUnit>Items</FlowUnit>
</Flow>
</Flows>
```

Das Erfassen der benötigten Prozessmodule erfolgt über den Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Prozessmodul > Einzelmodul]:

MultiVaLCA Version 0.821

Datei Neu/Bearbeiten Liste Berechnen Einstellungen Hilfe

Neues Prozessmodul

Name des Prozessmoduls

Name des Flusses

Menge

Feste Abweichung in %

Untergrenze

Obergrenze

>>> ... <<<

Im oben dargestellten Dialogfenster muss einem neuen Prozessmodul zunächst ein eindeutiger Name zugeordnet werden. Nach dem Klick auf die Taste [neues Prozessmodul anlegen] erfolgt die sukzessive Erfassung aller Flüsse, die an dem betreffenden Modul angreifen. Hierbei wird in einem ersten Teilschritt der Name und die zugehörige Menge des Flusses erfragt, wobei das Vorzeichen (Input oder Output; s. o.) zu berücksichtigen ist. In einem weiteren Teilschritt kann das Wertintervall, innerhalb dessen die zuvor eingetragene Menge liegt, erfasst werden. Dies kann durch die Anwendung einer prozentualen Abweichung geschehen oder aber durch explizite Eingabe von Werten für die Untergrenze und die Obergrenze. Mit Klick auf die Taste [Grenzwerte bestätigen] wird die Erfassung eines Flussobjektes abgeschlossen und es kann mit

der Erfassung eines weiteren Flussobjekts fortgefahren werden. Erst nachdem alle Flussobjekte erfasst sind, wird die Eingabe des Prozessmoduls insgesamt durch Klick auf [fertig] beendet. Nach Abschluss der Datenerfassung bzgl. der Prozessmodule können die entsprechenden Informationen über den Menüpunkt [Liste > Prozessmodule > Einzelmodule] zur Anzeige gebracht werden⁷.

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-02	EF-PMC-02	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-02	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-02	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	6.0
	EF-out-01	Untergrenze	5.7
	EF-out-01	Obergrenze	6.3
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0
	EF-in-02	Obergrenze	0.0
	Prod-02	Hauptwert	1.0
	Prod-02	Untergrenze	1.0
	Prod-02	Obergrenze	1.0
PM-01	Prod-01	Hauptwert	-2.0
	Prod-01	Untergrenze	-2.2
	Prod-01	Obergrenze	-1.8
	EF-PMC-01	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-01	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-01	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	4.0

Die hinzugekommenen Daten finden sich in einen zugehörigen Abschnitt einer entsprechenden XML-Datei (vgl. Datei MV-Bsp-01.xml):

```
<ProcessModules>
  <ProcessModule>
    <ModuleName>PM-01</ModuleName>
    <ElementaryFlowVector>
      <EFV-Entry>
        <EFV-Name>EF-PMC-01</EFV-Name>
        <EFV-MainValue>1.0</EFV-MainValue>
        <EFV-LowerBound>1.0</EFV-LowerBound>
        <EFV-UpperBound>1.0</EFV-UpperBound>
      </EFV-Entry>
      <EFV-Entry>
        <EFV-Name>EF-out-01</EFV-Name>
        <EFV-MainValue>4.0</EFV-MainValue>
        <EFV-LowerBound>3.8</EFV-LowerBound>
        <EFV-UpperBound>4.2</EFV-UpperBound>
      </EFV-Entry>
    </ElementaryFlowVector>
  </ProcessModule>
</ProcessModules>
```

⁷ Die Reihenfolge, in der die Prozessmodule hierbei aufgeführt werden, entspricht in der Regel leider nicht der Reihenfolge, in der sie erfasst worden sind.

```

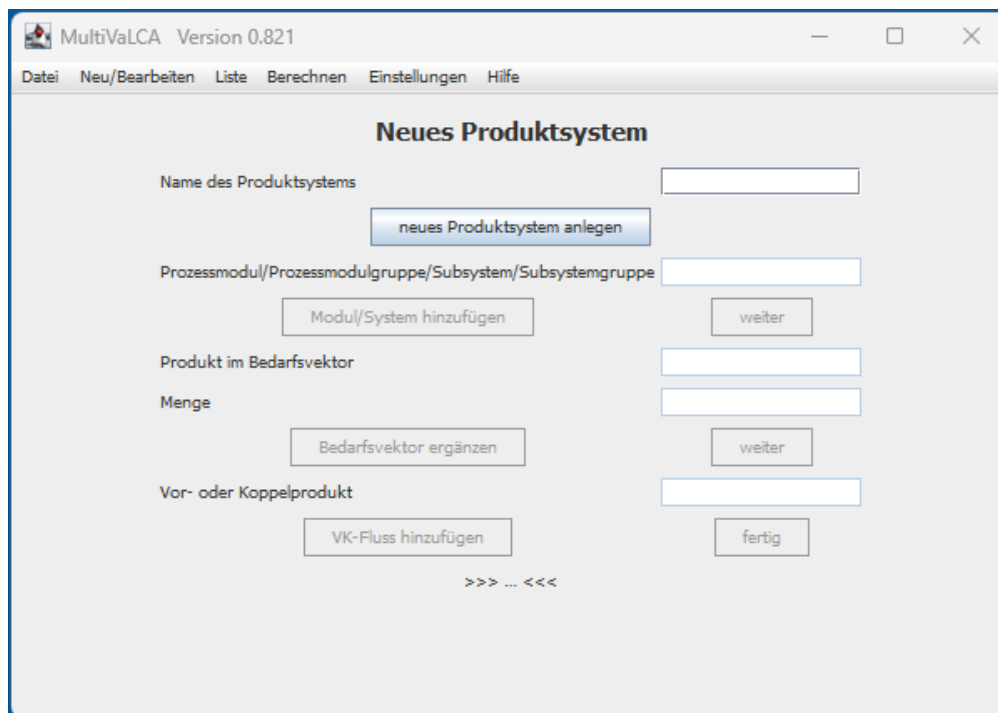
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-in-01</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>-5.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>-5.25</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>-4.75</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
  </ElementaryFlowVector>
  <ProductFlowVector>
    <PFV-Entry>
      <PFV-Name>Prod-01</PFV-Name>
      <PFV-MainValue>1.0</PFV-MainValue>
      <PFV-LowerBound>1.0</PFV-LowerBound>
      <PFV-UpperBound>1.0</PFV-UpperBound>
    </PFV-Entry>
  </ProductFlowVector>
  <DeclaredFlowVector/>
</ProcessModule>
<ProcessModule>
  <ModuleName>PM-02</ModuleName>
  <ElementaryFlowVector>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-PMC-02</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>1.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>1.0</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>1.0</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-out-01</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>6.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>5.7</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>6.3</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-in-02</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>-2.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>-10.0</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>0.0</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
  </ElementaryFlowVector>
  <ProductFlowVector>
    <PFV-Entry>
      <PFV-Name>Prod-02</PFV-Name>
      <PFV-MainValue>1.0</PFV-MainValue>
      <PFV-LowerBound>1.0</PFV-LowerBound>
      <PFV-UpperBound>1.0</PFV-UpperBound>
    </PFV-Entry>
    <PFV-Entry>
      <PFV-Name>Prod-01</PFV-Name>
      <PFV-MainValue>-2.0</PFV-MainValue>
      <PFV-LowerBound>-2.2</PFV-LowerBound>
      <PFV-UpperBound>-1.8</PFV-UpperBound>
    </PFV-Entry>
  </ProductFlowVector>

```

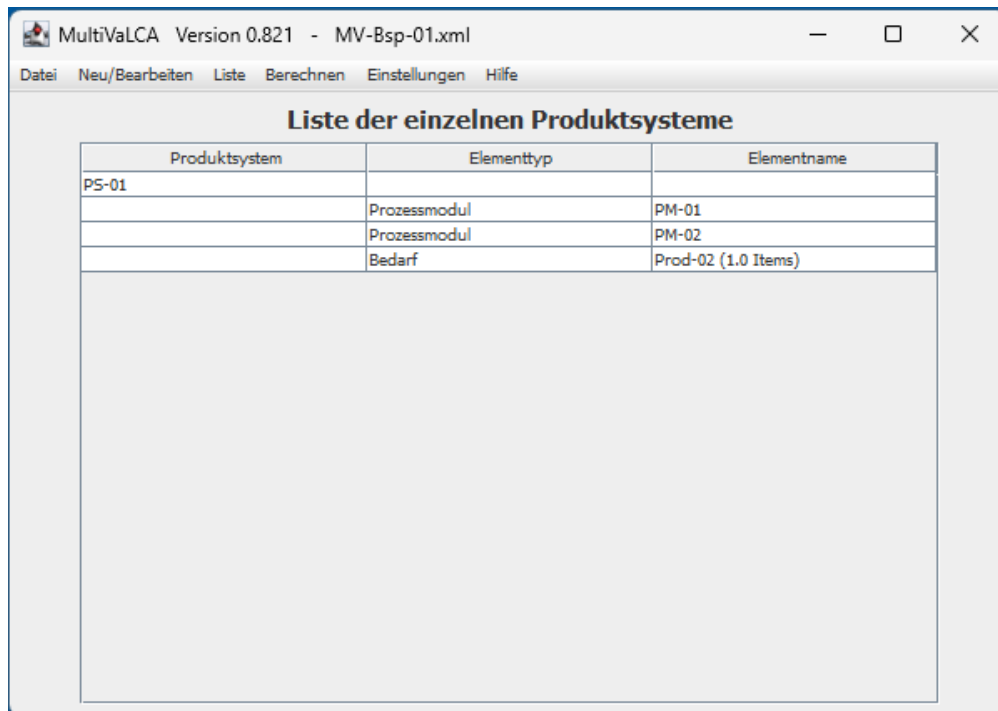


```
</ProductFlowVector>
<DeclaredFlowVector/>
</ProcessModule>
</ProcessModules>
```

Ein Produktsystem kann als Zusammenstellung mehrerer Prozessmodule erfasst werden. Die entsprechende Datenerfassung erfolgt unter dem Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Produktsystem > Einzelnes Produktsystem]:



Hier ist zunächst wieder ein eindeutiger Name für das zu erfassende Produktsystem festzulegen. Danach werden nacheinander die zugehörigen Prozessmodule erfasst. Nach Klick auf [weiter] muss im Eingabefeld [Produkt im Bedarfsvektor] klargestellt werden, welches Produkt vom betrachteten Produktsystem letztendlich hergestellt werden soll. Auch die angestrebte Menge des Endprodukts wird in diesem Zuge erfasst. Im hier betrachteten Beispiel enthält der Bedarfsvektor nur das Endprodukt prod-02, d. h. die Eingabe kann durch [weiter] und [fertig] abgeschlossen werden. Die Bedeutung der „Vor- und Koppelprodukte“ wird in einem späteren Kapitel dieser Anleitung behandelt. Das entsprechende Eingabefeld bleibt hier zunächst leer. Eine Zusammenstellung der erfassten Daten kann über den Menüpunkt [Liste > Produktsysteme > Einzelnes Produktsysteme] abgerufen werden:



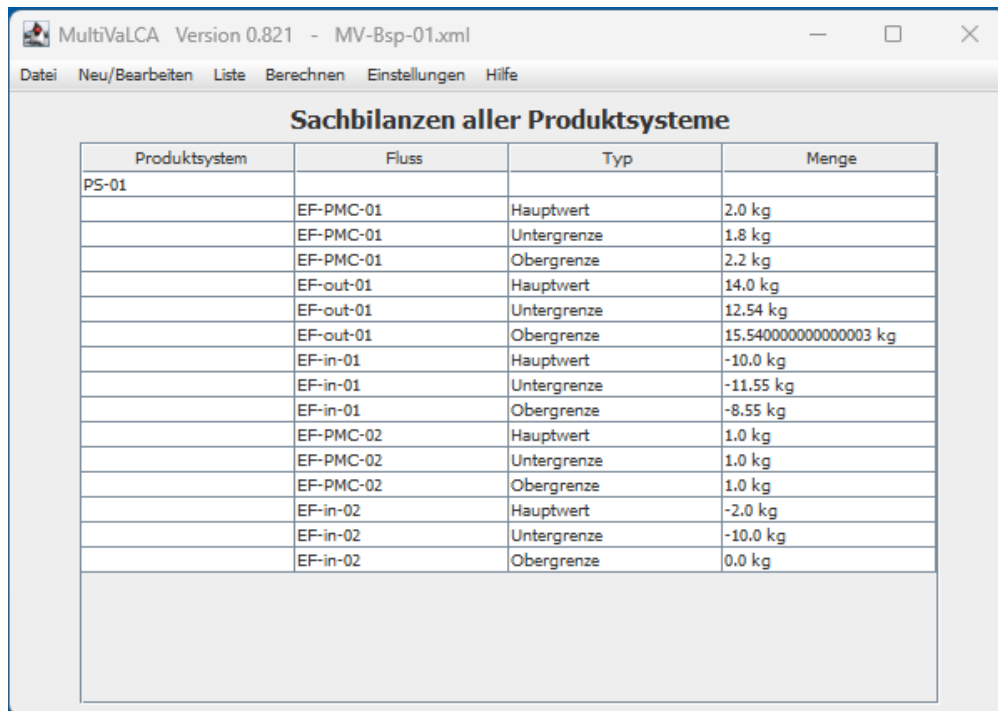
The screenshot shows the MultiVaLCA Version 0.821 interface. The title bar reads 'MultiVaLCA Version 0.821 - MV-Bsp-01.xml'. The menu bar includes 'Datei', 'Neu/Bearbeiten', 'Liste', 'Berechnen', 'Einstellungen', and 'Hilfe'. The main window is titled 'Liste der einzelnen Produktsysteme' and contains a table with the following data:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-01		
	Prozessmodul	PM-01
	Prozessmodul	PM-02
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Auch die in diesem Schritt neu hinzugekommenen Daten finden sich in einem Abschnitt einer entsprechenden XML-Datei (vgl. Datei MV-Bsp-01.xml):

```
<ProductSystems>
  <ProductSystem>
    <PS-Name>PS-01</PS-Name>
    <PS-Modules>
      <PS-Module>
        <PSM-Name>PM-01</PSM-Name>
      </PS-Module>
      <PS-Module>
        <PSM-Name>PM-02</PSM-Name>
      </PS-Module>
    </PS-Modules>
    <DemandVector>
      <DV-Entry>
        <DV-Name>Prod-02</DV-Name>
        <DV-Value>1.0</DV-Value>
      </DV-Entry>
    </DemandVector>
    <PreAndCoProducts/>
  </ProductSystem>
</ProductSystems>
```

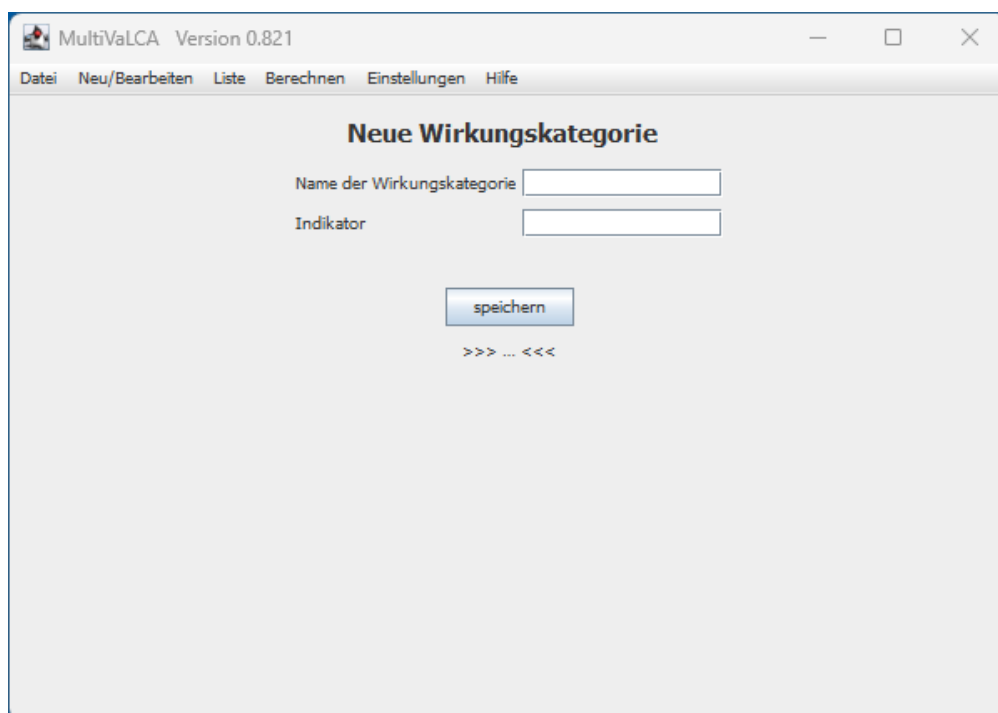
Die Sachbilanz des nun vollständig erfassten Produktsystems kann unter Verwendung des Menüpunkts [Berechnen > Sachbilanz berechnen] erzeugt werden:



Produktsystem	Fluss	Typ	Menge
PS-01			
	EF-PMC-01	Hauptwert	2.0 kg
	EF-PMC-01	Untergrenze	1.8 kg
	EF-PMC-01	Obergrenze	2.2 kg
	EF-out-01	Hauptwert	14.0 kg
	EF-out-01	Untergrenze	12.54 kg
	EF-out-01	Obergrenze	15.540000000000003 kg
	EF-in-01	Hauptwert	-10.0 kg
	EF-in-01	Untergrenze	-11.55 kg
	EF-in-01	Obergrenze	-8.55 kg
	EF-PMC-02	Hauptwert	1.0 kg
	EF-PMC-02	Untergrenze	1.0 kg
	EF-PMC-02	Obergrenze	1.0 kg
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0 kg
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0 kg
	EF-in-02	Obergrenze	0.0 kg

3 Wirkungsabschätzung einfacher Produktsysteme

Zur Vorbereitung einer Wirkungsabschätzung müssen zunächst die relevanten Wirkungskategorien erfasst werden. Dies geschieht unter Verwendung des Menüpunkts [Neu/Bearbeiten > Wirkungskategorie]:



MultiVaLCA Version 0.821

Neue Wirkungskategorie

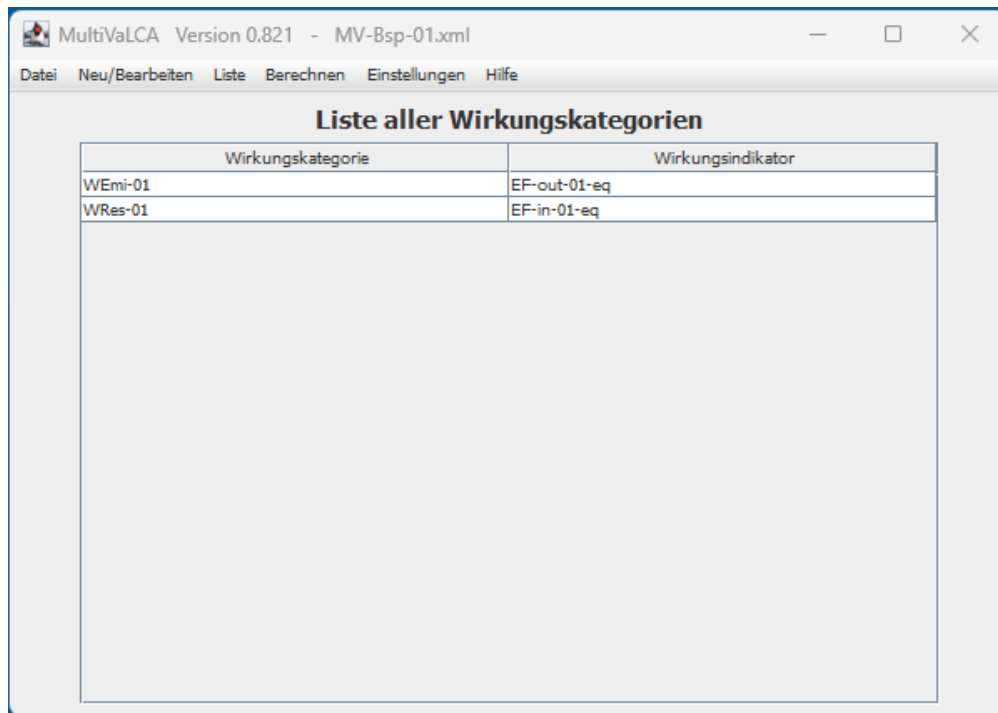
Name der Wirkungskategorie

Indikator

speichern

>>> ... <<<

Im hier betrachteten Beispiel werden zwei Wirkungskategorien (WE_{mi}-01 und W_{Res}-01) eingeführt, wobei sich die zugehörigen Wirkungsindikatoren auf die Elementarflüsse EF-out-01 und EF-in-01 beziehen und entsprechend mit EF-out-01-eq und EF-in-01-eq bezeichnet werden⁸. Der Menüpunkt [Liste > Wirkungskategorien] liefert nach erfolgter Eingabe eine entsprechende Übersicht:



Wirkungskategorie	Wirkungsindikator
WE _{mi} -01	EF-out-01-eq
W _{Res} -01	EF-in-01-eq

Die erfassten Daten finden sich in einem zugehörigen Bereich der XML-Datei:

```
<ImpactCategories>
  <ImpactCategory>
    <Category>WEmi-01</Category>
    <Indicator>EF-out-01-eq</Indicator>
  </ImpactCategory>
  <ImpactCategory>
    <Category>WRes-01</Category>
    <Indicator>EF-in-01-eq</Indicator>
  </ImpactCategory>
</ImpactCategories>
```

Bei der Erfassung der benötigten Charakterisierungsfaktoren ist zu beachten, dass im Falle der Wirkungen von Input-Flüssen negative Zahlenwerte einzutragen sind. Die Berücksichtigung von Intervallen, mit denen eventuelle Unsicherheiten der einzugebenden Werte ausgedrückt

⁸ Die formale Unterscheidung zwischen dem Elementarflüssen wie EF-out-01 und EF-in-01 und zugeordneten Wirkungsindikatoren wie EF-out-01-eq und EF-in-01-eq entspricht dem Verhältnis zwischen reinen CO₂-Emissionen und dem Konzept des CO₂-Äquivalents, das im Zusammenhang mit der in der Praxis meist vorrangig betrachteten Wirkungskategorie GWP (global warming potential; Erderwärmungspotential) Verwendung findet.

werden können, erfolgt analog zu der oben bzgl. der Eingabe der Flussmengen, die an den Prozessmodulen angreifen, dargestellten Vorgehensweise. Die Erfassung der benötigten Daten erfolgt über den Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Charakterisierungsfaktor]:

Im hier betrachteten Beispiel sollen zunächst drei Charakterisierungsfaktoren (CF-out-0101, CF-in-0101 und CF-in-0102) erfasst werden. Eine abschließende Zusammenstellung liefert der Menüpunkt [Liste > Charakterisierungsfaktoren]:

Name	Fluss	Kategorie	Typ	Faktor
CF-out-0101	EF-out-01	WEEmi-01	Hauptwert	1.0
			Untergrenze	1.0
			Obergrenze	1.0
CF-in-0101	EF-in-01	WRes-01	Hauptwert	-1.0
			Untergrenze	-1.0
			Obergrenze	-1.0
CF-in-0201	EF-in-02	WRes-01	Hauptwert	-5.0
			Untergrenze	-5.5
			Obergrenze	-4.5

Abermals finden sich die entsprechenden Daten auch in der XML-Datei:

```
<CFactors>
  <CFactor>
    <CFName>CF-out-0101</CFName>
    <CFFlow>EF-out-01</CFFlow>
    <CFCategory>WEmi-01</CFCategory>
    <CFMainValue>1.0</CFMainValue>
    <CFLowerBound>1.0</CFLowerBound>
    <CFUpperBound>1.0</CFUpperBound>
  </CFactor>
  <CFactor>
    <CFName>CF-in-0101</CFName>
    <CFFlow>EF-in-01</CFFlow>
    <CFCategory>WRes-01</CFCategory>
    <CFMainValue>-1.0</CFMainValue>
    <CFLowerBound>-1.0</CFLowerBound>
    <CFUpperBound>-1.0</CFUpperBound>
  </CFactor>
  <CFactor>
    <CFName>CF-in-0201</CFName>
    <CFFlow>EF-in-02</CFFlow>
    <CFCategory>WRes-01</CFCategory>
    <CFMainValue>-5.0</CFMainValue>
    <CFLowerBound>-5.5</CFLowerBound>
    <CFUpperBound>-4.5</CFUpperBound>
  </CFactor>
</CFactors>
```

Schließlich können mehrere Charakterisierungsfaktoren zu einer Bewertungsmethode zusammengefasst werden, die dann als Basis für Wirkungsabschätzungen dienen kann. Dies geschieht unter Verwendung des Menüpunkts [Neu/Bearbeiten > Bewertungsmethode]:

Im hier betrachteten Beispiel sollen alle zuvor erfassten Wirkungskategorien und Charakterisierungsfaktoren zu einer einzigen Bewertungsmethode (BM-01) zusammengefasst werden. Nach erfolgreicher Datenerfassung liefert der Menüpunkt [Liste > Bewertungsmethoden] eine entsprechende Übersicht:

Bewertungsmethode	Elementtyp	Elementname
BM-01		
	Wirkungskategorie	WEmi-01
	Wirkungskategorie	WRes-01
	Charakterisierungsfaktor	CF-out-0101
	Charakterisierungsfaktor	CF-in-0101
	Charakterisierungsfaktor	CF-in-0201

Auch diese Daten bilden einen eigenen Bereich in der XML-Datei:

<LCIAMethods>

```

<LCIAMethod>
  <LCIA-Name>BM-01</LCIA-Name>
  <LCIA-Categories>
    <LCIA-Category>WEmi-01</LCIA-Category>
    <LCIA-Category>WRes-01</LCIA-Category>
  </LCIA-Categories>
  <LCIA-Factors>
    <LCIA-Factor>CF-out-0101</LCIA-Factor>
    <LCIA-Factor>CF-in-0101</LCIA-Factor>
    <LCIA-Factor>CF-in-0201</LCIA-Factor>
  </LCIA-Factors>
</LCIAMethod>
</LCIAMethods>

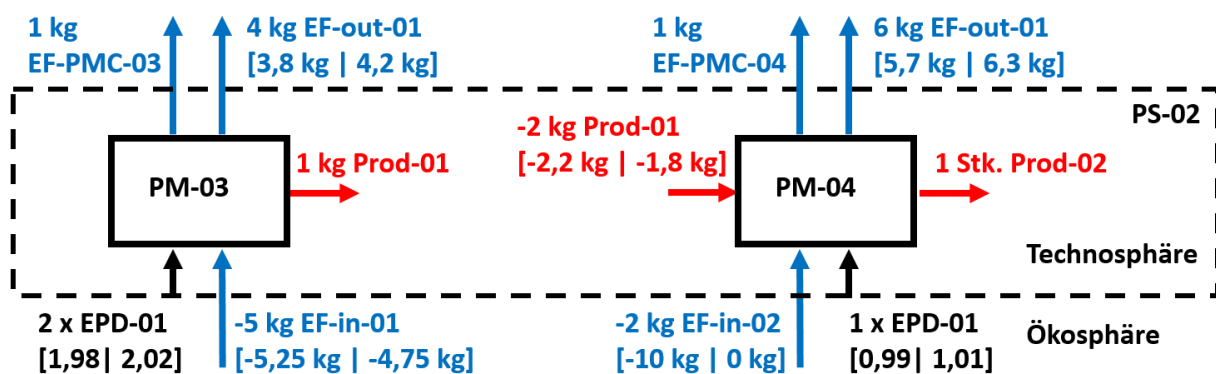
```

Nunmehr können über den Menüpunkt [Berechnen > Wirkungsabschätzung berechnen] verschiedene Datensätze möglicher Wirkungsabschätzungen zur Anzeige gebracht werden. Die folgende Abbildung stellt ein typisches Beispiel dar, und zwar die Untergrenzen, die sich für die Wirkungsabschätzung des Produktsystems PS-01 ergeben:

Wirkungskategorie	Wirkungsindikator	Wert
WEmi-01	EF-out-01-eq	12.54
WRes-01	EF-in-01-eq	8.55

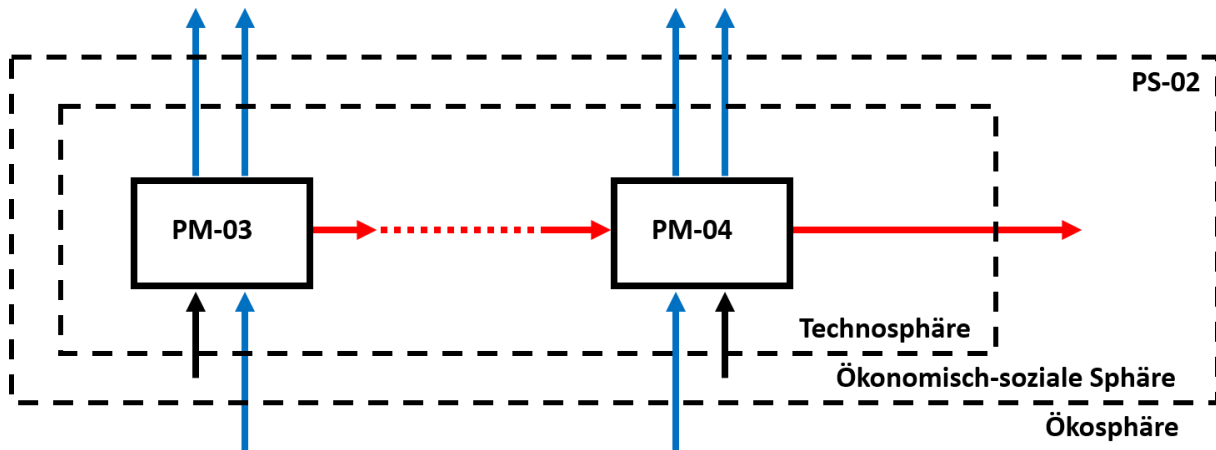
4 Berücksichtigung von Umweltproduktdeklarationen

Das nun folgende Beispiel stellt eine Erweiterung des bisher behandelten Beispiels dar. Das entsprechende Produktsystem ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Die beiden neu hinzugekommenen Pfeile sind einerseits keine Elementarflüsse, da es sich um Produkte im engeren Sinne⁹ handeln soll. Andererseits handelt es sich auch nicht um Produktflüsse im Sinne der Ökobilanz, da sie nicht von entsprechenden Prozessmodulen aus Elementarflüssen gewonnen werden, sondern vielmehr bereits vorab existieren. Damit derartige externe Produkte im Rahmen einer weitergehenden Ökobilanz überhaupt berücksichtigt werden können, wird vorausgesetzt, dass entsprechende Ökobilanz-Zwischenergebnisse ebenfalls vorab existieren.



Der Umstand, dass in der obigen schematischen Darstellung die schwarzen Input-Pfeile unmittelbar an der gestrichelten, soll andeuten, dass der Ursprung der Produktes EPD-01 weder im Bereich des betrachteten Ausschnitts der Technosphäre noch im Bereich der Ökosphäre liegt. Dieser Ursprung liegt vielmehr in dem zwischen den genannten Sphären befindlichen gesamtgesellschaftlichen System oder der ökonomisch-sozialen Sphäre. Das folgende Bild soll dazu dienen, dies in schematischer Weise deutlich machen, wobei hier der Übersichtlichkeit wegen auf eine Beschriftung der Pfeile ganz verzichtet wurde. Das Ende des Pfeiles, der den Fluss des Endproduktes darstellt endet hier ebenfalls in der ökonomisch-sozialen Sphäre. Hierdurch wird die Tatsache deutlich, dass der Bedarf, der letztendlich die Grundlage für die Sachbilanz bildet, nicht innerhalb des Produktsystems entsteht, sondern durch die Gesellschaft verursacht ist, die das modellierte Produktsystem letztendlich betreibt.

⁹ Als ein „Produkt im engeren Sinne“ soll hier Erzeugnisse verstanden werden, für die tatsächlich ein Markt existiert und die in diesem Sinne der Umwelt (hier der "ökonomischen" Umwelt) "entnommen" oder "zugeführt" werden können, die aber definitiv keine Elementarflüsse sind und somit auch nicht aus der Ökosphäre stammen oder in diese emittiert werden. Für Produkte, die nur innerhalb eines Produktsystems in Erscheinung treten, ist dies nicht unbedingt der Fall. Es handelt sich somit in diesen Fällen um „Produkte im weiteren Sinne“.



Die Daten, die die Grundlage der folgenden Betrachtungen bilden, sind in der Datei MV-Bsp-02.xml abgespeichert. Dieser soll im Folgenden abermals Schritt für Schritt und aufbauend auf dem in den beiden vorangehenden Kapiteln betrachteten Datenbestand (MV-Bsp-01.xml) entwickelt werden. Hierzu müssen als erstes zwei Datenobjekte vom Typ „Fluss“ zusätzlich erfasst werden. Diese Datenergänzung kann selbstverständlich unter Verwendung des in MultiVaLCA vorhandenen Eingabedialogs in der Weise, die oben bereits beschrieben wurde, erfolgen. Eine Alternative hierzu besteht in der unmittelbaren Bearbeitung einer entsprechenden XML-Datei. Da derartige Bearbeitungen auf XML-Dateibasis bei der praktischen Arbeit mit MultiVaLCA wegen der dort fehlenden Editorfunktionen ohnehin oft durchgeführt werden müssen, wird die entsprechende Vorgehensweise für einige der jetzt zu bearbeitenden Schritte in entsprechender Weise beschrieben. Ein Editor, der hierzu sehr gut geeignet ist, ist das Programm Notepad++¹⁰ aber auch Eclipse verfügt über einen guten XML-Editor. Als erstes sind zwei neue Elementarflüsse EF-PMC-03 und EF-PMC-04 einzutragen. Dies erfolgt in der XML-Datei am besten direkt nach den bereits vorhandenen Flüssen EF-PMC-01 und EF-PMC-02, wobei die Arbeit durch Verwendung der sogenannten copy-and-paste-Methode sehr effektiv erledigt werden kann. Der relevante Dateiausschnitt sieht schließlich etwa so aus, wobei die bereits zuvor vorhandenen Zeilen grau dargestellt sind:

```

...
<Flow>
  <FlowName>EF-PMC-02</FlowName>
  <FlowType>Elementary</FlowType>
  <FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
<Flow>
  <FlowName>EF-PMC-03</FlowName>
  <FlowType>Elementary</FlowType>
  <FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
<Flow>
  <FlowName>EF-PMC-04</FlowName>

```

¹⁰ Download unter: <https://notepad-plus-plus.org/downloads/>

```

    <FlowType>Elementary</FlowType>
    <FlowUnit>kg</FlowUnit>
  </Flow>
  <Flow>
    <FlowName>EF-out-01</FlowName>
    <FlowType>Elementary</FlowType>
    <FlowUnit>kg</FlowUnit>
  </Flow>
  ...

```

Die so modifizierte Datei sollte zunächst unter einem geeigneten Dateinamen (z. B. MV-Bsp-01b.xml) abgespeichert und anschließend in MultiVaLCA eingelesen werden. Hierzu dient der Menüpunkt [Datei > XML-Import]. Die Liste der vorhandenen Flüsse sieht anschließend folgendermaßen aus:

Name	Typ	Einheit
EF-PMC-01	Elementarfluss	kg
EF-PMC-02	Elementarfluss	kg
EF-PMC-03	Elementarfluss	kg
EF-PMC-04	Elementarfluss	kg
EF-out-01	Elementarfluss	kg
EF-in-01	Elementarfluss	kg
EF-in-02	Elementarfluss	kg
Prod-01	Produktfluss	kg
Prod-02	Produktfluss	Items

Als nächstes soll eine bereits vorhandene Produktdeklaration, die in der Praxis insbesondere in Form einer Umweltproduktdeklaration (environmental product declaration, EPD) vorliegend könnte, erfasst werden. Der hierzu benötigte Eingabedialog wird durch den Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Produktdeklaration > Einzeldeklaration] aktiviert. Die Abfolge der Datenerfassung entspricht dem im Zusammenhang mit anderen Eingabedialogen bereits erläuterten Schema.

MultiVaLCA Version 0.821 - MV-Bsp-01b.xml

Datei Neu/Bearbeiten Liste Berechnen Einstellungen Hilfe

Neue Produktdeklaration

Name des zu deklarierenden Produkts

Einheit ▼

Wirkungskategorie

Menge

Feste Abweichung in %

Untergrenze

Obergrenze

>>> ... <<<

Nach erfolgter Datenerfassung soll der Menüpunkt [Liste > Produktdeklarationen > Einzeldeklarationen] die folgenden Daten zur Anzeige bringen:

MultiVaLCA Version 0.821 - MV-Bsp-02.xml

Datei Neu/Bearbeiten Liste Berechnen Einstellungen Hilfe

Liste der Einzeldeklarationen

Name	Einheit	Wirkungskategorie	Typ	Menge
EPD-01	kg			
		WEmi-01	Hauptwert	5.0
		WEmi-01	Untergrenze	5.0
		WEmi-01	Obergrenze	5.0
		WRes-01	Hauptwert	2.0
		WRes-01	Untergrenze	1.9
		WRes-01	Obergrenze	2.1

Auch diese Informationen finden sich in einen entsprechenden Abschnitt der zugehörigen XML-Datei:

```
<ProductDeclarations>
  <ProductDeclaration>
    <PD-Name>EPD-01</PD-Name>
```

```

    <PD-Unit>kg</PD-Unit>
    <ImpactValuesVector>
      <IVV-Entry>
        <ImpactCategorie-Name>WEmi-01</ImpactCategorie-Name>
        <ICV-MainValue>5.0</ICV-MainValue>
        <ICV-LowerBound>5.0</ICV-LowerBound>
        <ICV-UpperBound>5.0</ICV-UpperBound>
      </IVV-Entry>
      <IVV-Entry>
        <ImpactCategorie-Name>WRes-01</ImpactCategorie-Name>
        <ICV-MainValue>2.0</ICV-MainValue>
        <ICV-LowerBound>1.9</ICV-LowerBound>
        <ICV-UpperBound>2.1</ICV-UpperBound>
      </IVV-Entry>
    </ImpactValuesVector>
  </ProductDeclaration>
</ProductDeclarations>

```

In zwei weiteren Prozessmodulen PM-03 und PM-04, die Varianten der Module PM-01 und PM-02 darstellen, treten sowohl die beiden neuen Flüsse als auch das im letzten Schritt deklarierte Produkt EPD-01 in Erscheinung. Abermals erweist es sich als sehr effektiv, die benötigte Datenergänzung direkt in der XML-Datei vorzunehmen:

```

...
<ProcessModule>
  <ModuleName>PM-02</ModuleName>
  <ElementaryFlowVector>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-PMC-02</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>1.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>1.0</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>1.0</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-out-01</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>6.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>5.7</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>6.3</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-in-02</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>-2.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>-10.0</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>0.0</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
  </ElementaryFlowVector>
  <ProductFlowVector>
    <PFV-Entry>
      <PFV-Name>Prod-02</PFV-Name>
      <PFV-MainValue>1.0</PFV-MainValue>
    </PFV-Entry>
  </ProductFlowVector>
</ProcessModule>

```

```

        <PFV-LowerBound>1.0</PFV-LowerBound>
        <PFV-UpperBound>1.0</PFV-UpperBound>
    </PFV-Entry>
    <PFV-Entry>
        <PFV-Name>Prod-01</PFV-Name>
        <PFV-MainValue>-2.0</PFV-MainValue>
        <PFV-LowerBound>-2.2</PFV-LowerBound>
        <PFV-UpperBound>-1.8</PFV-UpperBound>
    </PFV-Entry>
</ProductFlowVector>
<DeclaredFlowVector/>
</ProcessModule>
<ProcessModule>
    <ModuleName>PM-03</ModuleName>
    <ElementaryFlowVector>
        <EFV-Entry>
            <EFV-Name>EF-PMC-03</EFV-Name>
            <EFV-MainValue>1.0</EFV-MainValue>
            <EFV-LowerBound>1.0</EFV-LowerBound>
            <EFV-UpperBound>1.0</EFV-UpperBound>
        </EFV-Entry>
        <EFV-Entry>
            <EFV-Name>EF-out-01</EFV-Name>
            <EFV-MainValue>4.0</EFV-MainValue>
            <EFV-LowerBound>3.8</EFV-LowerBound>
            <EFV-UpperBound>4.2</EFV-UpperBound>
        </EFV-Entry>
        <EFV-Entry>
            <EFV-Name>EF-in-01</EFV-Name>
            <EFV-MainValue>-5.0</EFV-MainValue>
            <EFV-LowerBound>-5.25</EFV-LowerBound>
            <EFV-UpperBound>-4.75</EFV-UpperBound>
        </EFV-Entry>
    </ElementaryFlowVector>
    <ProductFlowVector>
        <PFV-Entry>
            <PFV-Name>Prod-01</PFV-Name>
            <PFV-MainValue>1.0</PFV-MainValue>
            <PFV-LowerBound>1.0</PFV-LowerBound>
            <PFV-UpperBound>1.0</PFV-UpperBound>
        </PFV-Entry>
    </ProductFlowVector>
    <DeclaredFlowVector>
        <DFV-Entry>
            <DFV-Name>EPD-01</DFV-Name>
            <DFV-MainValue>2.0</DFV-MainValue>
            <DFV-LowerBound>1.98</DFV-LowerBound>
            <DFV-UpperBound>2.02</DFV-UpperBound>
        </DFV-Entry>
    </DeclaredFlowVector>
</ProcessModule>
<ProcessModule>

```

```

<ModuleName>PM-04</ModuleName>
<ElementaryFlowVector>
  <EFV-Entry>
    <EFV-Name>EF-PMC-04</EFV-Name>
    <EFV-MainValue>1.0</EFV-MainValue>
    <EFV-LowerBound>1.0</EFV-LowerBound>
    <EFV-UpperBound>1.0</EFV-UpperBound>
  </EFV-Entry>
  <EFV-Entry>
    <EFV-Name>EF-out-01</EFV-Name>
    <EFV-MainValue>6.0</EFV-MainValue>
    <EFV-LowerBound>5.7</EFV-LowerBound>
    <EFV-UpperBound>6.3</EFV-UpperBound>
  </EFV-Entry>
  <EFV-Entry>
    <EFV-Name>EF-in-02</EFV-Name>
    <EFV-MainValue>-2.0</EFV-MainValue>
    <EFV-LowerBound>-10.0</EFV-LowerBound>
    <EFV-UpperBound>0.0</EFV-UpperBound>
  </EFV-Entry>
</ElementaryFlowVector>
<ProductFlowVector>
  <PFV-Entry>
    <PFV-Name>Prod-02</PFV-Name>
    <PFV-MainValue>1.0</PFV-MainValue>
    <PFV-LowerBound>1.0</PFV-LowerBound>
    <PFV-UpperBound>1.0</PFV-UpperBound>
  </PFV-Entry>
  <PFV-Entry>
    <PFV-Name>Prod-01</PFV-Name>
    <PFV-MainValue>-2.0</PFV-MainValue>
    <PFV-LowerBound>-2.2</PFV-LowerBound>
    <PFV-UpperBound>-1.8</PFV-UpperBound>
  </PFV-Entry>
</ProductFlowVector>
<DeclaredFlowVector>
  <DFV-Entry>
    <DFV-Name>EPD-01</DFV-Name>
    <DFV-MainValue>1.0</DFV-MainValue>
    <DFV-LowerBound>0.99</DFV-LowerBound>
    <DFV-UpperBound>1.01</DFV-UpperBound>
  </DFV-Entry>
</DeclaredFlowVector>
</ProcessModule>
...

```

In MultiVaLCA finden sich die neuen Prozessmodule danach in einer den folgenden beiden Ansichten entsprechenden Art und Weise:

MultiVaLCA Version 0.821 - MV-Bsp-02.xml

Datei Neu/Bearbeiten Liste Berechnen Einstellungen Hilfe

Liste der Einzelmodule

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-03			
	EF-PMC-03	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-03	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-03	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	4.0
	EF-out-01	Untergrenze	3.8
	EF-out-01	Obergrenze	4.2
	EF-in-01	Hauptwert	-5.0
	EF-in-01	Untergrenze	-5.25
	EF-in-01	Obergrenze	-4.75
	Prod-01	Hauptwert	1.0
	Prod-01	Untergrenze	1.0
	Prod-01	Obergrenze	1.0
	EPD-01	Hauptwert	2.0
	EPD-01	Untergrenze	1.98
	EPD-01	Obergrenze	2.02
PM-02			
	EF-PMC-02	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-02	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-02	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	6.0

Und:

MultiVaLCA Version 0.821 - MV-Bsp-02.xml

Datei Neu/Bearbeiten Liste Berechnen Einstellungen Hilfe

Liste der Einzelmodule

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
	Prod-01	Untergrenze	1.0
	Prod-01	Obergrenze	1.0
PM-04			
	EF-PMC-04	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-04	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-04	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	6.0
	EF-out-01	Untergrenze	5.7
	EF-out-01	Obergrenze	6.3
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0
	EF-in-02	Obergrenze	0.0
	Prod-02	Hauptwert	1.0
	Prod-02	Untergrenze	1.0
	Prod-02	Obergrenze	1.0
	Prod-01	Hauptwert	-2.0
	Prod-01	Untergrenze	-2.2
	Prod-01	Obergrenze	-1.8
	EPD-01	Hauptwert	1.0
	EPD-01	Untergrenze	0.99
	EPD-01	Obergrenze	1.01

Die beiden neu hinzugekommenen Prozessmodule bilden das ebenfalls neue Produktsystem PS-02:

```

...
<ProductSystems>
  <ProductSystem>
    <PS-Name>PS-01</PS-Name>

```

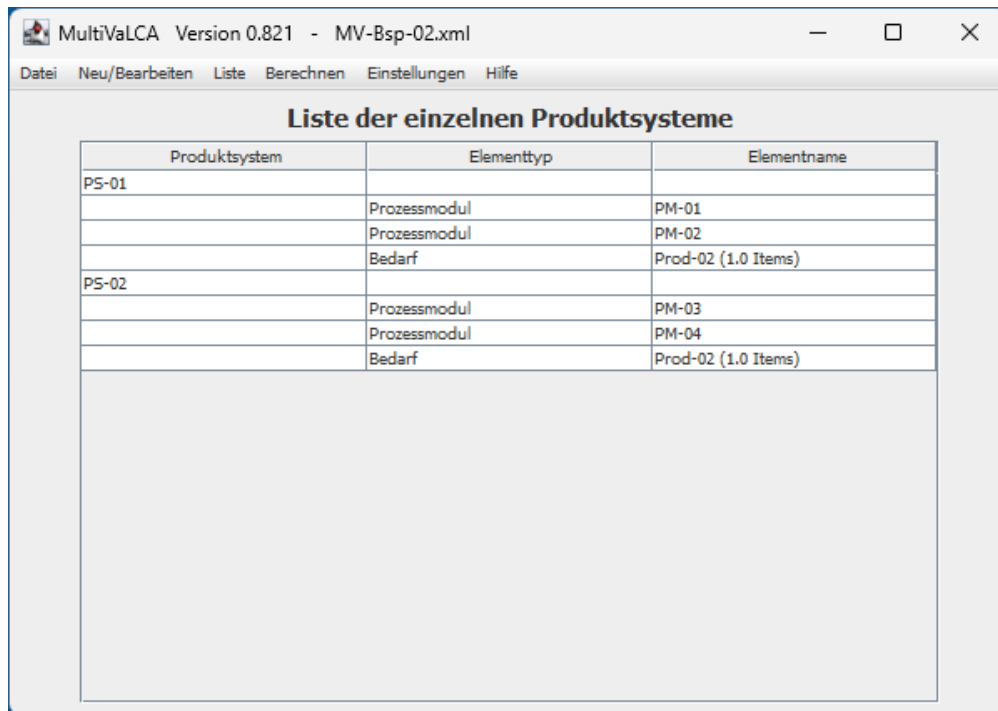


```

    <PS-Modules>
      <PS-Module>
        <PSM-Name>PM-01</PSM-Name>
      </PS-Module>
      <PS-Module>
        <PSM-Name>PM-02</PSM-Name>
      </PS-Module>
    </PS-Modules>
    <DemandVector>
      <DV-Entry>
        <DV-Name>Prod-02</DV-Name>
        <DV-Value>1.0</DV-Value>
      </DV-Entry>
    </DemandVector>
    <PreAndCoProducts/>
  </ProductSystem>
  <ProductSystem>
    <PS-Name>PS-02</PS-Name>
    <PS-Modules>
      <PS-Module>
        <PSM-Name>PM-03</PSM-Name>
      </PS-Module>
      <PS-Module>
        <PSM-Name>PM-04</PSM-Name>
      </PS-Module>
    </PS-Modules>
    <DemandVector>
      <DV-Entry>
        <DV-Name>Prod-02</DV-Name>
        <DV-Value>1.0</DV-Value>
      </DV-Entry>
    </DemandVector>
    <PreAndCoProducts/>
  </ProductSystem>
</ProductSystems>
...

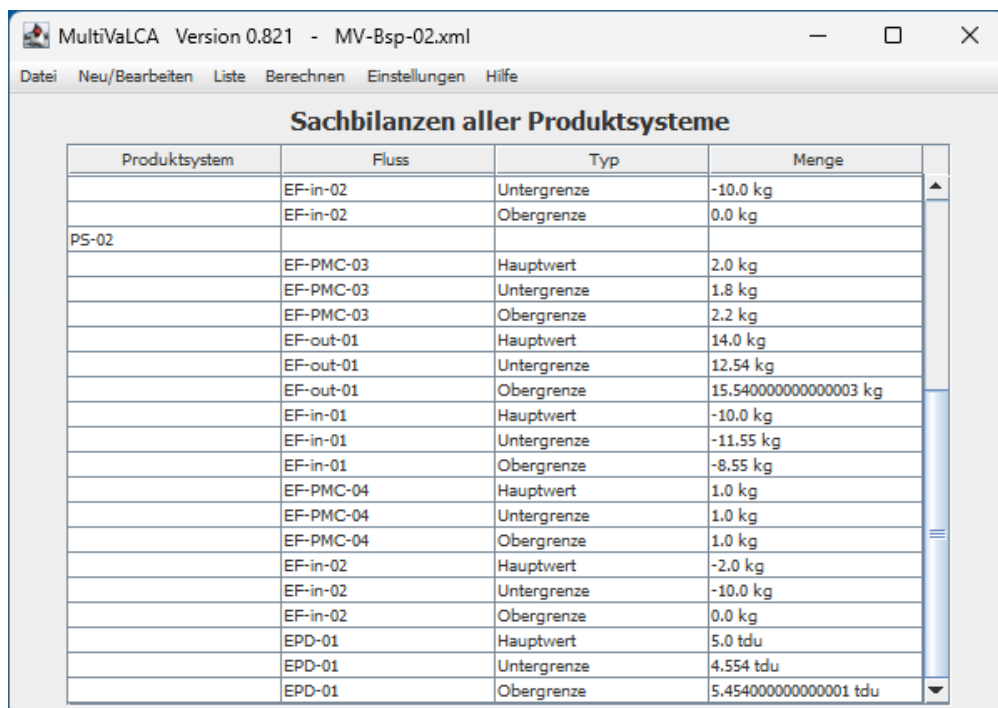
```

Die Liste der Produktsysteme in der entsprechenden Ansicht von MultiVaLCA weist anschließend die entsprechende Ergänzung aus:



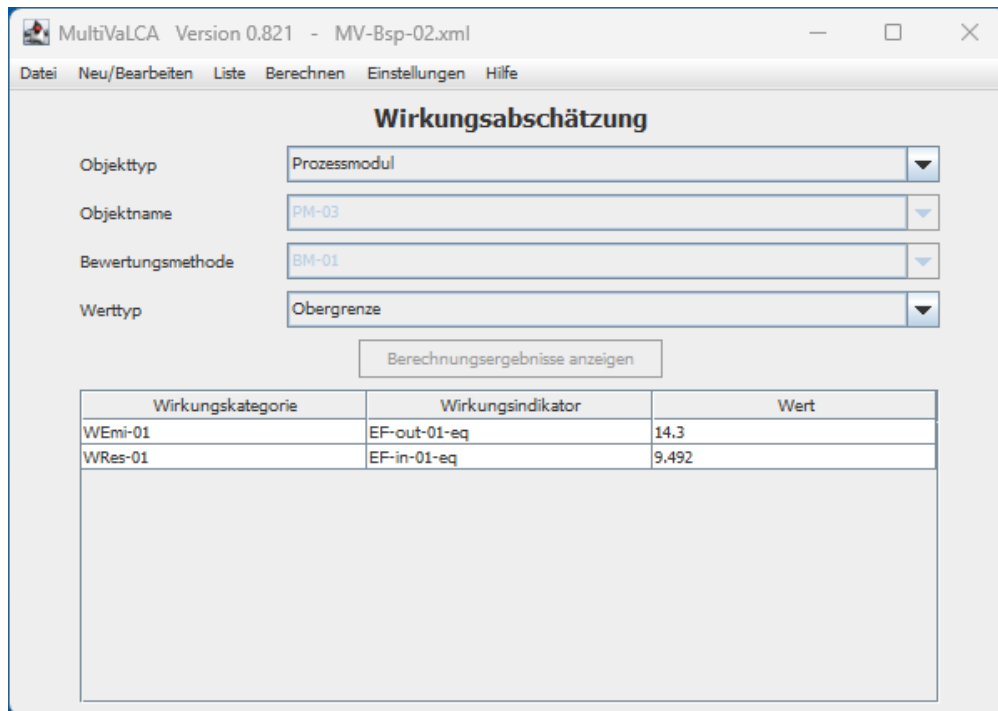
Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-01		
	Prozessmodul	PM-01
	Prozessmodul	PM-02
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)
PS-02		
	Prozessmodul	PM-03
	Prozessmodul	PM-04
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Die Sachbilanz des Systems PS-02 entspricht weitgehend derjenigen des Systems PS-01, wobei nun zusätzlich die Gesamtmenge des vorab deklarierten Produkts EPD-01 als ein Vielfaches der deklarierten Einheit (times declared unit, tdu) ausgewiesen wird.



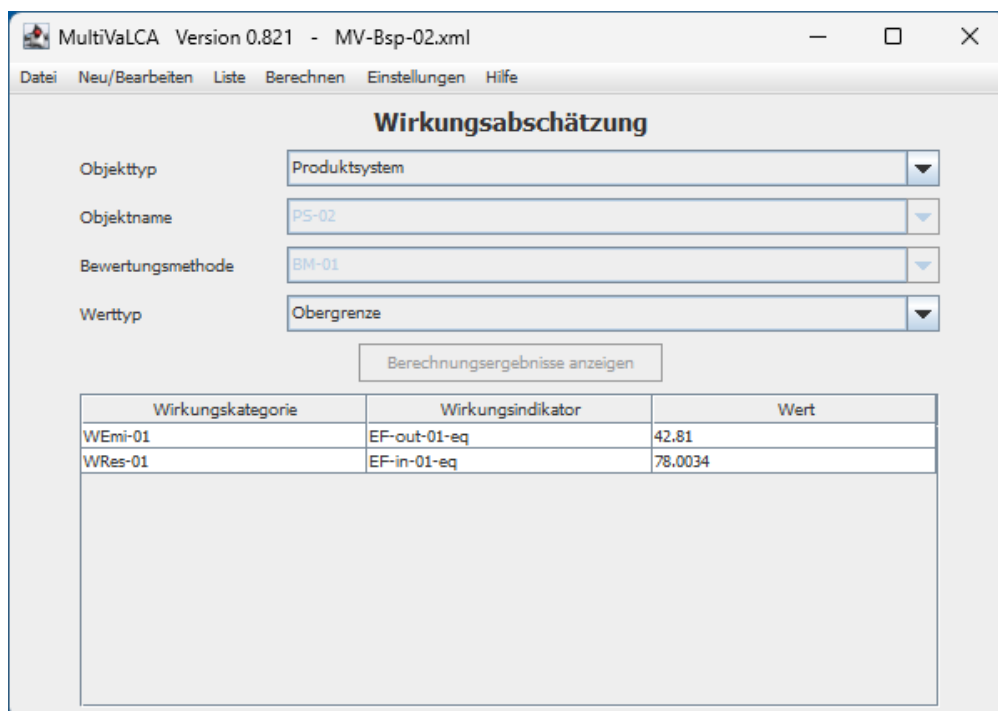
Produktsystem	Fluss	Typ	Menge
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0 kg
	EF-in-02	Obergrenze	0.0 kg
PS-02			
	EF-PMC-03	Hauptwert	2.0 kg
	EF-PMC-03	Untergrenze	1.8 kg
	EF-PMC-03	Obergrenze	2.2 kg
	EF-out-01	Hauptwert	14.0 kg
	EF-out-01	Untergrenze	12.54 kg
	EF-out-01	Obergrenze	15.540000000000003 kg
	EF-in-01	Hauptwert	-10.0 kg
	EF-in-01	Untergrenze	-11.55 kg
	EF-in-01	Obergrenze	-8.55 kg
	EF-PMC-04	Hauptwert	1.0 kg
	EF-PMC-04	Untergrenze	1.0 kg
	EF-PMC-04	Obergrenze	1.0 kg
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0 kg
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0 kg
	EF-in-02	Obergrenze	0.0 kg
	EPD-01	Hauptwert	5.0 tdu
	EPD-01	Untergrenze	4.554 tdu
	EPD-01	Obergrenze	5.454000000000001 tdu

Die Ergebnisse der zugehörigen Wirkungsabschätzungen können hier zunächst nur exemplarisch dargestellt werden. Für die Obergrenzen der Werte der Wirkungsabschätzung des Prozessmoduls PM-03 ergibt sich:



Wirkungskategorie	Wirkungsindikator	Wert
WEmi-01	EF-out-01-eq	14.3
WRes-01	EF-in-01-eq	9.492

Für die Obergrenzen der Werte der Wirkungsabschätzung des Produktsystems PS-02 erhalten wir:



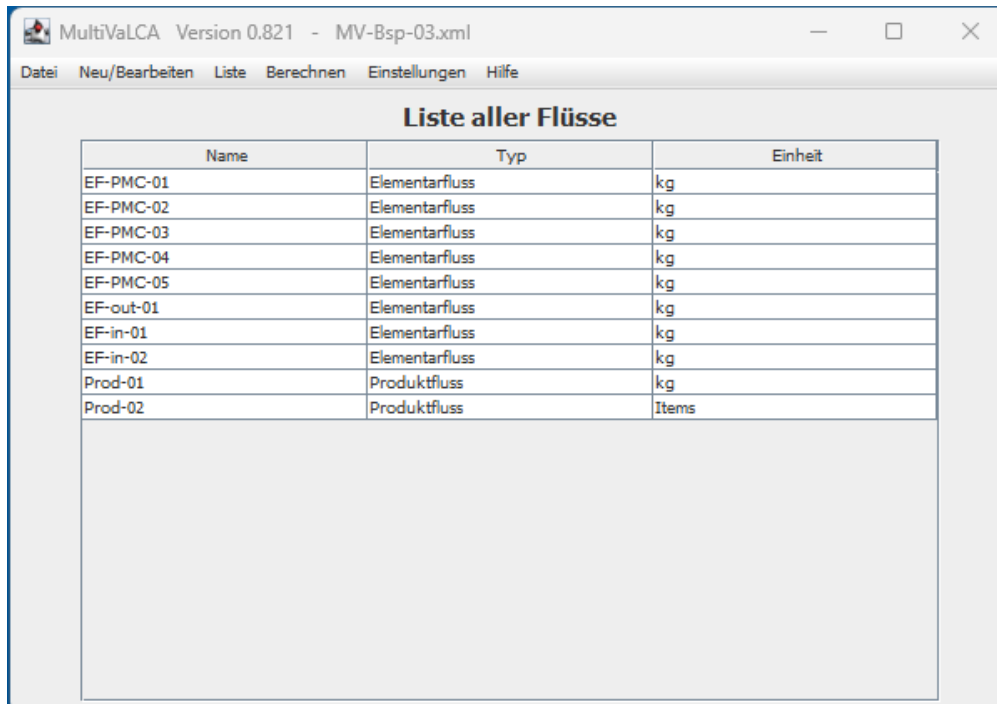
Wirkungskategorie	Wirkungsindikator	Wert
WEmi-01	EF-out-01-eq	42.81
WRes-01	EF-in-01-eq	78.0034

5 Prozessmodulgruppen und Produktsystemgruppen

In den folgenden Beispielen wird die Bedeutung und die Verwendung der Prozessmodulgruppen und der Produktsystemgruppen beschrieben. Die entsprechenden Daten sind in der Datei MV-Bsp-03.xml zusammengefasst. Zunächst ist abermals ein weiteres Prozessmodul (PM-05) zu erfassen, und zwar inklusive des zugehörigen „Kontrollflusses“ EF-PMC-05.

```
<Flow>
  <FlowName>EF-PMC-04</FlowName>
  <FlowType>Elementary</FlowType>
  <FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
<Flow>
  <FlowName>EF-PMC-05</FlowName>
  <FlowType>Elementary</FlowType>
  <FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
<Flow>
  <FlowName>EF-out-01</FlowName>
  <FlowType>Elementary</FlowType>
  <FlowUnit>kg</FlowUnit>
</Flow>
```

Die oben dargestellte Ergänzung der XML-Datei kommt nach dem entsprechenden XML-Import auch in der „Liste aller Flüsse“ (vgl. oben) zur Anzeige:



Name	Typ	Einheit
EF-PMC-01	Elementarfluss	kg
EF-PMC-02	Elementarfluss	kg
EF-PMC-03	Elementarfluss	kg
EF-PMC-04	Elementarfluss	kg
EF-PMC-05	Elementarfluss	kg
EF-out-01	Elementarfluss	kg
EF-in-01	Elementarfluss	kg
EF-in-02	Elementarfluss	kg
Prod-01	Produktfluss	kg
Prod-02	Produktfluss	Items

Das Modul PM-05 weist dieselben Flüsse auf wie das Modul PM-01, wobei die Werte der erfassten Mengen für die beiden Elementarflüsse EF-out-01 und EF-in-01 abweichen.

```

<ProcessModule>
  <ModuleName>PM-05</ModuleName>
  <ElementaryFlowVector>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-PMC-05</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>1.0</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>1.0</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>1.0</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-out-01</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>4.4</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>4.2</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>4.6</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
    <EFV-Entry>
      <EFV-Name>EF-in-01</EFV-Name>
      <EFV-MainValue>-5.5</EFV-MainValue>
      <EFV-LowerBound>-5.75</EFV-LowerBound>
      <EFV-UpperBound>-5.25</EFV-UpperBound>
    </EFV-Entry>
  </ElementaryFlowVector>
  <ProductFlowVector>
    <PFV-Entry>
      <PFV-Name>Prod-01</PFV-Name>
      <PFV-MainValue>1.0</PFV-MainValue>
      <PFV-LowerBound>1.0</PFV-LowerBound>
      <PFV-UpperBound>1.0</PFV-UpperBound>
    </PFV-Entry>
  </ProductFlowVector>
  <DeclaredFlowVector/>
</ProcessModule>

```

Das obige XML-Fragment sollte in der entsprechenden Datei im Anschluss an den entsprechenden Abschnitt bzgl. PM-04 eingefügt werden. Anschließend ist das neue Modul in der „Liste der Einzelmodule“ enthalten:

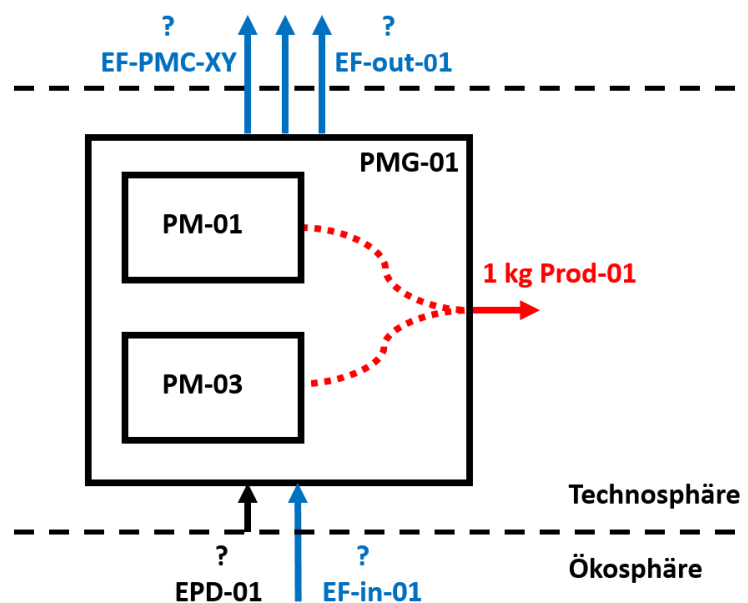
MultiVaLCA Version 0.821 - MV-Bsp-03.xml

Datei Neu/Bearbeiten Liste Berechnen Einstellungen Hilfe

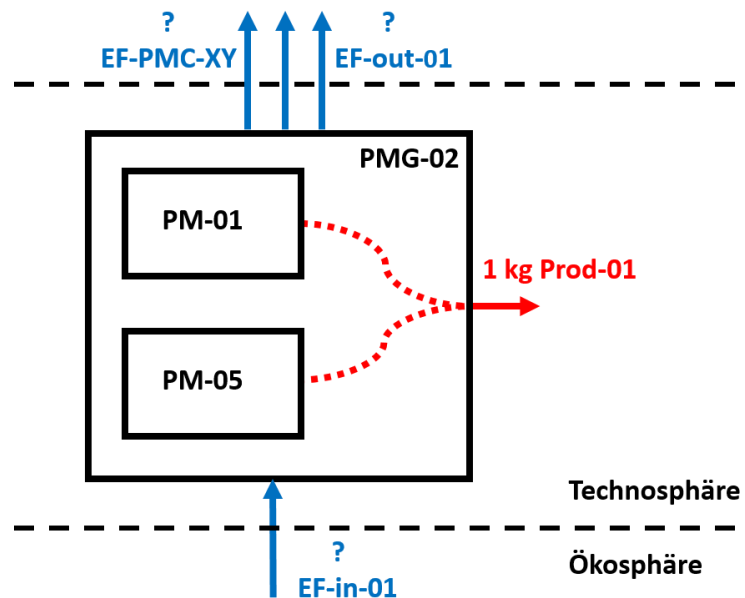
Liste der Einzelmodule

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-05			
	EF-PMC-05	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-05	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-05	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	4.4
	EF-out-01	Untergrenze	4.2
	EF-out-01	Obergrenze	4.6
	EF-in-01	Hauptwert	-5.5
	EF-in-01	Untergrenze	-5.75
	EF-in-01	Obergrenze	-5.25
	Prod-01	Hauptwert	1.0
	Prod-01	Untergrenze	1.0
	Prod-01	Obergrenze	1.0
PM-04			
	EF-PMC-04	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-04	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-04	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	6.0
	EF-out-01	Untergrenze	5.7
	EF-out-01	Obergrenze	6.3
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0

Die Module PM-01, PM-03 und PM-05 können innerhalb von Produktsystemen, in denen das Produkt Prod-01 an irgendeiner Stelle als Eingangsfluss benötigt wird alternativ zum Einsatz kommen. In der Praxis tritt häufig die Situation auf, dass eine Entscheidung bzgl. der Frage, auf welche Weise ein benötigtes Vorprodukt tatsächlich produziert wird, nicht oder „noch nicht“ beantwortet werden kann. Diese Sachlage entspricht formal der hier vorliegenden Situation mit alternativen Prozessmodulen. Zur systematischen Behandlung entsprechender Fälle kann in MultiVaLCA das Konzept der „Gruppierung“ von Objekten zum Einsatz kommen. Im vorliegenden Fall werden zum einen die Module PM-01 und PM-03 zu einer Modulgruppe PMG-01 zusammengefasst und zum anderen die Module PM-01 und PM-05 zur Gruppe PMG-02.



Die obige Abbildung stellt die beschriebene Situation für die Prozessmodulgruppe PMG-01 dar. Die dargestellten Fragezeichen sollen andeuten, dass sich die Mengen der Elementarflüsse aus denen der in der Gruppe zusammengefassten Module ergeben und zunächst unbekannt sind. Das folgende Bild zeigt entsprechend die Prozessmodulgruppe PMG-02:



Die benötigten Eingaben können über den Dialog, der durch den Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Prozessmodul > Prozessmodulgruppe] erreicht wird, erfolgen. Hierbei wird zunächst der Name der anzulegenden Gruppe erfragt. Der „relevante Produktfluss“ ist im vorliegenden Fall gerade der Fluss Prod-01. Die benötigte Mengenangabe kann im Prinzip frei gewählt werden, allerdings ist es der Übersichtlichkeit halber ratsam, hier – ebenso wie bei den Einzelmodulen – den Wert 1.0 einzutragen.

Schließlich werden die jeweils benötigten Module der Gruppe hinzugefügt. Die erfassten Daten bilden einen eigenen Abschnitt in der XML-Datei, der zwischen den Abschnitten <ProcessModules> und <ProductSystems> eingefügt ist:

```

</ProcessModules>
<FlowValueMapGroups>
  <FlowValueMapGroup>
    <FVMGroupName>PMG-01</FVMGroupName>
    <FVM-Type>ProcessModule</FVM-Type>
    <RelevantFlowName>Prod-01</RelevantFlowName>
    <RelevantFlowValue>1.0</RelevantFlowValue>
    <FVMGroup-Elements>
      <FVMGroup-Element>
        <FVMGE-Name>PM-01</FVMGE-Name>
      </FVMGroup-Element>
      <FVMGroup-Element>
        <FVMGE-Name>PM-03</FVMGE-Name>
      </FVMGroup-Element>
    </FVMGroup-Elements>
  </FlowValueMapGroup>
  <FlowValueMapGroup>
    <FVMGroupName>PMG-02</FVMGroupName>
    <FVM-Type>ProcessModule</FVM-Type>
    <RelevantFlowName>Prod-01</RelevantFlowName>
    <RelevantFlowValue>1.0</RelevantFlowValue>
    <FVMGroup-Elements>
      <FVMGroup-Element>
        <FVMGE-Name>PM-01</FVMGE-Name>
      </FVMGroup-Element>
      <FVMGroup-Element>

```



```

    <FVMGE-Name>PM-05</FVMGE-Name>
  </FVMGroup-Element>
</FVMGroup-Elements>
</FlowValueMapGroup>
</FlowValueMapGroups>
<ProductSystems>

```

In der entsprechenden Liste, die innerhalb von MultiVaLCA über den Menüpunkt [Liste > Prozessmodule > Prozessmodulgruppen] aufgerufen werden kann, sind alle zu Elementar- und Produktflüsse zusammengestellt, die zu den erfassten Prozessmodulgruppen gehören. Diese ergeben sich aus den entsprechenden Flüssen der Einzelmodule. Die Hauptwerte sind hierbei die arithmetischen Mittelwerte aus den Hauptwerten der Einzelmodule und die Ober- und Untergrenzen sind die jeweils auftretenden Extremwerte. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Mittelwertbildung bzgl. der Hauptwerte in aller Regel nicht wirklich sachgerecht ist und hier aus eher pragmatischen Gründen erfolgt. Die Intervallgrenzen stellen die relevanten Rechengrößen dar.

Name	Fluss	Typ	Menge
PMG-01 (PM-01, PM-03)			
	EF-PMC-01	Hauptwert	0.5
	EF-PMC-01	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-01	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	4.0
	EF-out-01	Untergrenze	3.8
	EF-out-01	Obergrenze	4.2
	EF-in-01	Hauptwert	-5.0
	EF-in-01	Untergrenze	-5.25
	EF-in-01	Obergrenze	-4.75
	EF-PMC-03	Hauptwert	0.5
	EF-PMC-03	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-03	Obergrenze	1.0
	Prod-01	Hauptwert	1.0
	Prod-01	Untergrenze	1.0
	Prod-01	Obergrenze	1.0
	EPD-01	Hauptwert	1.0
	EPD-01	Untergrenze	0.0
	EPD-01	Obergrenze	2.02
PMG-02 (PM-01, PM-05)			
	EF-PMC-01	Hauptwert	0.5

In der folgenden Tabelle sind die Zahlenwerte der Elementarflüsse der Gruppe PMG-02 und der beiden zugehörigen Einzelmodule PM-01 und PM-05 zusammenfassend dargestellt. Hierbei steht „U“ für die Untergrenze, „O“ für die Obergrenze und „H“ für den zwischen diesen Grenzen liegenden „Hauptwert“.

	EF-out-01			EF-in-01		
	U	H	O	U	H	O
PM-01	3.8	4.0	4.3	-5.25	-5.0	-4.75
PM-05	4.2	4.4	4.6	-5.75	-5.5	-5.25
PMG-02	3.8	4.2	4.6	-5.75	-5.25	-4.75

Da die Mengen der relevanten Elementarflüsse der Prozessmodule PM-01 und PM-03 übereinstimmen, ist eine entsprechende Tabelle für die Prozessmodulgruppe PMG-01 entbehrlich. Von Interesse ist hier nur die Tatsache, dass der Umstand, dass der „EPD-Fluss“ am Modul PM-01 überhaupt nicht auftritt, so dass die entsprechenden Werte zu 0.0 gesetzt werden.

	EF-out-01		
	U	H	O
PM-01	0.0	0.0	0.0
PM-03	1.98	2.0	2.02
PMG-01	0.0	1.0	2.02

In den folgenden Tabellen sind die Zahlenwerte, die sich im Zuge der Wirkungsabschätzungen ergeben in entsprechender Weise zusammengestellt.

	WEmi-01			WRes-01		
	U	H	O	U	H	O
PM-01	3.8	4.0	4.2	4.75	5.0	5.25
PM-03	13.7	14.00	14.3	8.512	9.0	9.492
PMG-01	3.8	9.0	14.3	4.75	7.0	9.439

	WEmi-01			WRes-01		
	U	H	O	U	H	O
PM-01	3.8	4.0	4.2	4.75	5.0	5.25
PM-05	4.2	4.4	4.6	5.25	5.5	5.75
PMG-02	3.8	4.2	4.6	4.75	5.25	5.75

In einem weiteren Schritt können auch Produktsysteme zu Produktsystemgruppen zusammengefasst werden. Der entsprechende Eingabedialog wird über den Menüpunkt [Neu/Bearbeiten > Produktsystem > Produktsystemgruppe] aufgerufen. Dieser ist praktisch identisch zu dem entsprechenden Dialog zur Erfassung von Prozessmodulgruppen.

The screenshot shows the 'MultiVaLCA Version 0.821' window. The menu bar includes 'Datei', 'Neu/Bearbeiten', 'Liste', 'Berechnen', 'Einstellungen', and 'Hilfe'. The main area is titled 'Neue Produktsystemgruppe'. It contains three input fields: 'Name der Gruppe', 'relevanter Produktfluss', and 'Menge'. Below these is a button labeled 'neue Gruppe anlegen'. Further down is an input field for 'Name des hinzuzufügenden Systems', followed by two buttons: 'System zur Gruppe hinzufügen' and 'fertig'. At the bottom center, there is a navigation bar with '>>> ... <<<'.

Die Tatsache, dass Prozessmodulgruppen und Produktsystemgruppen letztendlich auf ein und dieselbe Weise behandelt werden, kann auch daran erkannt werden, dass diese beiden Objekttypen in der XML-Datei in völlig gleichartiger Weise abgespeichert werden. Im folgenden Listing sind – wie zuvor – all bereits weiter oben behandelten Zeilen grau dargestellt. Die neue Produktsystemgruppe PSG-01, die die beiden Produktsysteme PS-01 und PS-02 zusammenfasst, wird durch die schwarzen Zeilen repräsentiert.

```

</ProcessModules>
<FlowValueMapGroups>
  <FlowValueMapGroup>
    <FVMGroupName>PMG-01</FVMGroupName>
    <FVM-Type>ProcessModule</FVM-Type>
    <RelevantFlowName>Prod-01</RelevantFlowName>
    <RelevantFlowValue>1.0</RelevantFlowValue>
    <FVMGroup-Elements>
      <FVMGroup-Element>
        <FVMGE-Name>PM-01</FVMGE-Name>
      </FVMGroup-Element>
      <FVMGroup-Element>
        <FVMGE-Name>PM-03</FVMGE-Name>
      </FVMGroup-Element>
    </FVMGroup-Elements>
  </FlowValueMapGroup>
  <FlowValueMapGroup>
    <FVMGroupName>PMG-02</FVMGroupName>
    <FVM-Type>ProcessModule</FVM-Type>
    <RelevantFlowName>Prod-01</RelevantFlowName>
    <RelevantFlowValue>1.0</RelevantFlowValue>
    <FVMGroup-Elements>

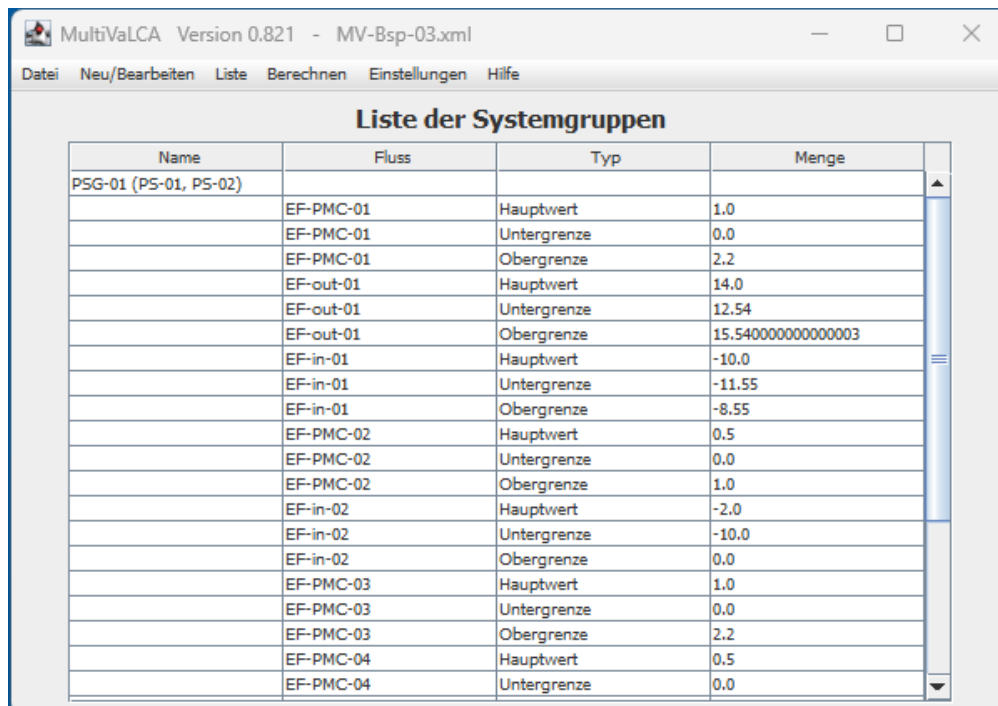
```

```

    <FVMGroup-Element>
      <FVMGE-Name>PM-01</FVMGE-Name>
    </FVMGroup-Element>
    <FVMGroup-Element>
      <FVMGE-Name>PM-05</FVMGE-Name>
    </FVMGroup-Element>
  </FVMGroup-Elements>
</FlowValueMapGroup>
<FlowValueMapGroup>
  <FVMGroupName>PSG-01</FVMGroupName>
  <FVM-Type>ProductSystem</FVM-Type>
  <RelevantFlowName>Prod-02</RelevantFlowName>
  <RelevantFlowValue>1.0</RelevantFlowValue>
  <FVMGroup-Elements>
    <FVMGroup-Element>
      <FVMGE-Name>PS-01</FVMGE-Name>
    </FVMGroup-Element>
    <FVMGroup-Element>
      <FVMGE-Name>PS-02</FVMGE-Name>
    </FVMGroup-Element>
  </FVMGroup-Elements>
</FlowValueMapGroup>
</FlowValueMapGroups>
</ProductSystems>

```

Nach erfolgter Datenerfassung liefert der Menüpunkt [Liste > Produktsysteme > Produktsystemgruppen] eine Zusammenstellung der Flussmengen:



Name	Fluss	Typ	Menge
PSG-01 (PS-01, PS-02)			
	EF-PMC-01	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-01	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-01	Obergrenze	2.2
	EF-out-01	Hauptwert	14.0
	EF-out-01	Untergrenze	12.54
	EF-out-01	Obergrenze	15.540000000000003
	EF-in-01	Hauptwert	-10.0
	EF-in-01	Untergrenze	-11.55
	EF-in-01	Obergrenze	-8.55
	EF-PMC-02	Hauptwert	0.5
	EF-PMC-02	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-02	Obergrenze	1.0
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0
	EF-in-02	Obergrenze	0.0
	EF-PMC-03	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-03	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-03	Obergrenze	2.2
	EF-PMC-04	Hauptwert	0.5
	EF-PMC-04	Untergrenze	0.0

Diese Datenzusammenstellung entspricht in gewisser Weise der Sachbilanz eines Produktsystems, das ausschließlich aus der Produktsystemgruppe PSG-01 besteht. Aus systematische

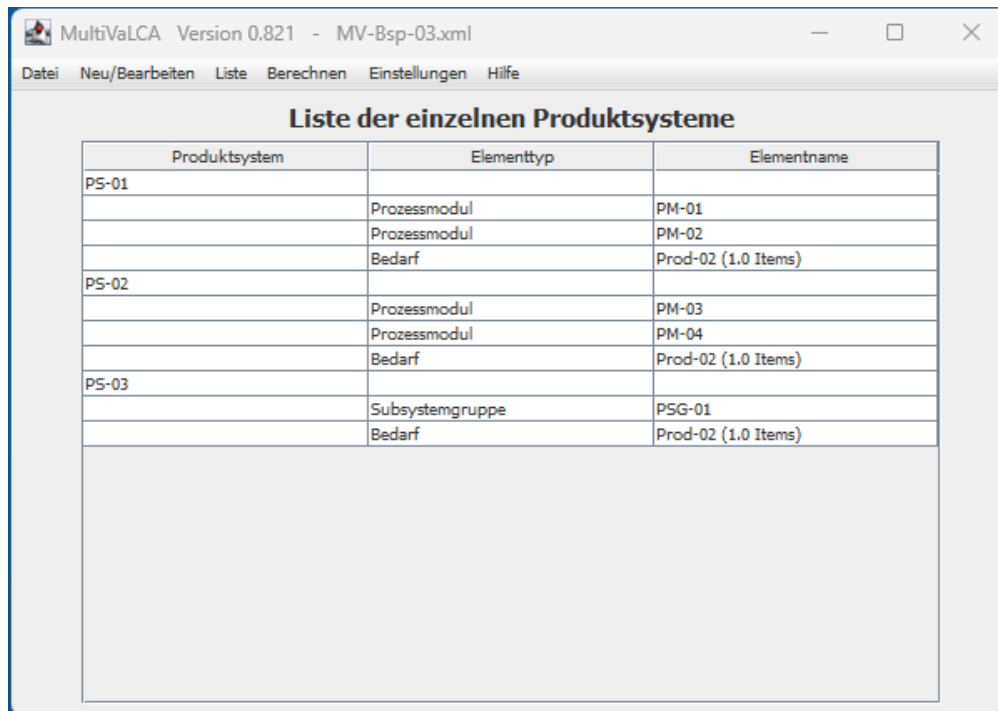
Gründen werden diese Daten jedoch in der Liste der Sachbilanzen, die durch [Berechnen > Sachbilanz berechnen] angefordert werden kann, nicht aufgeführt. Es ist daher hilfreich, hier ein weiteres Produktsystem PS-03 zu erfassen.

```

<ProductSystem>
  <PS-Name>PS-02</PS-Name>
  <PS-Modules>
    <PS-Module>
      <PSM-Name>PM-03</PSM-Name>
    </PS-Module>
    <PS-Module>
      <PSM-Name>PM-04</PSM-Name>
    </PS-Module>
  </PS-Modules>
  <DemandVector>
    <DV-Entry>
      <DV-Name>Prod-02</DV-Name>
      <DV-Value>1.0</DV-Value>
    </DV-Entry>
  </DemandVector>
  <PreAndCoProducts/>
</ProductSystem>
<ProductSystem>
  <PS-Name>PS-03</PS-Name>
  <PS-Modules>
    <PS-Module>
      <PSM-Name>PSG-01</PSM-Name>
    </PS-Module>
  </PS-Modules>
  <DemandVector>
    <DV-Entry>
      <DV-Name>Prod-02</DV-Name>
      <DV-Value>1.0</DV-Value>
    </DV-Entry>
  </DemandVector>
  <PreAndCoProducts/>
</ProductSystem>
</ProductSystems>

```

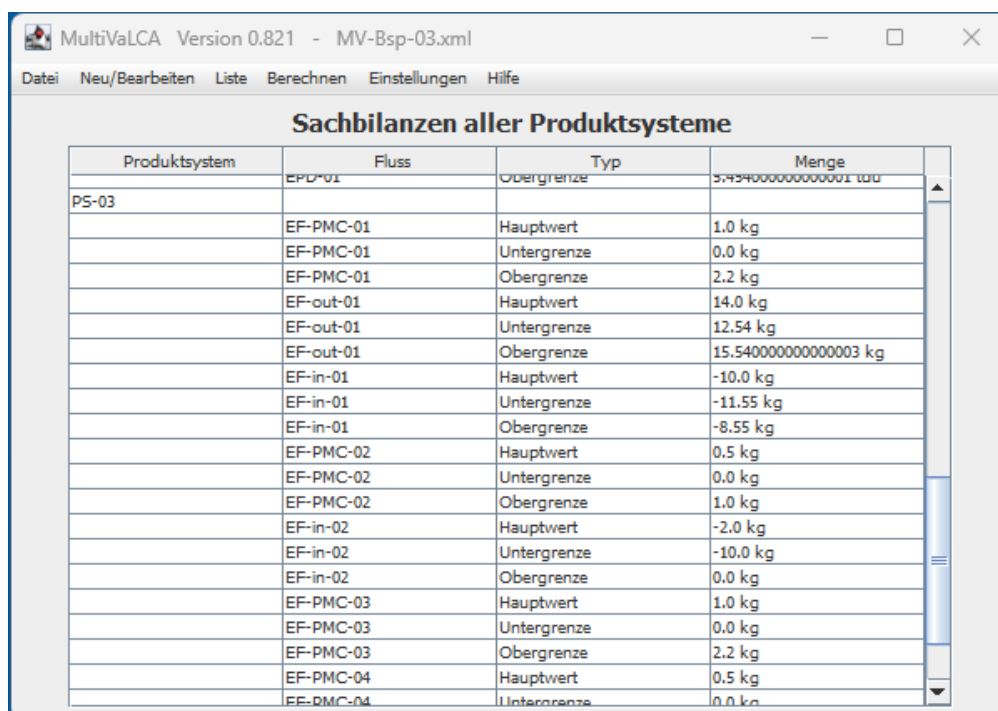
[Liste > Produktsysteme > Einzelnes Produktsysteme] liefert nun:



Liste der einzelnen Produktsysteme

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-01		
	Prozessmodul	PM-01
	Prozessmodul	PM-02
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)
PS-02		
	Prozessmodul	PM-03
	Prozessmodul	PM-04
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)
PS-03		
	Subsystemgruppe	PSG-01
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Nun tritt die neue Systemgruppe mittelbar auch in der Liste der Sachbilanzen in Erscheinung:



Sachbilanzen aller Produktsysteme

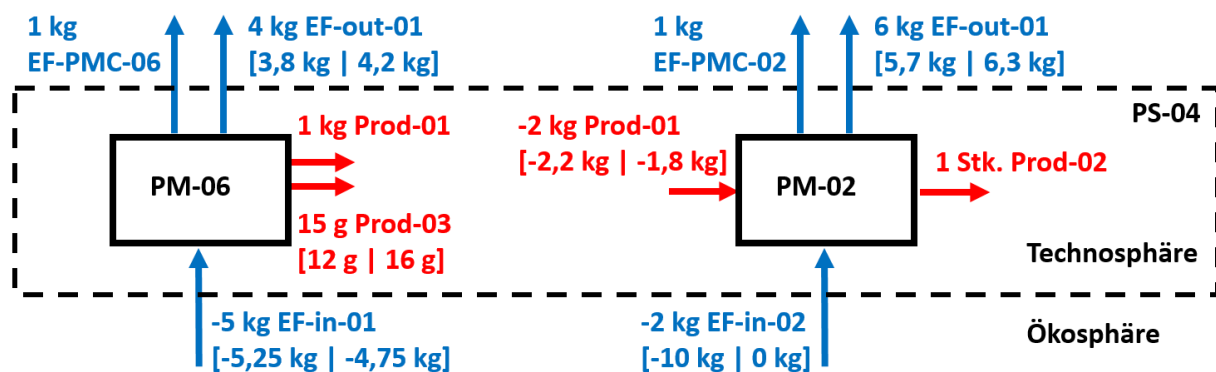
Produktsystem	Fluss	Typ	Menge
	EPD-01	Obergrenze	5.4340000000000001 tdd
PS-03			
	EF-PMC-01	Hauptwert	1.0 kg
	EF-PMC-01	Untergrenze	0.0 kg
	EF-PMC-01	Obergrenze	2.2 kg
	EF-out-01	Hauptwert	14.0 kg
	EF-out-01	Untergrenze	12.54 kg
	EF-out-01	Obergrenze	15.540000000000003 kg
	EF-in-01	Hauptwert	-10.0 kg
	EF-in-01	Untergrenze	-11.55 kg
	EF-in-01	Obergrenze	-8.55 kg
	EF-PMC-02	Hauptwert	0.5 kg
	EF-PMC-02	Untergrenze	0.0 kg
	EF-PMC-02	Obergrenze	1.0 kg
	EF-in-02	Hauptwert	-2.0 kg
	EF-in-02	Untergrenze	-10.0 kg
	EF-in-02	Obergrenze	0.0 kg
	EF-PMC-03	Hauptwert	1.0 kg
	EF-PMC-03	Untergrenze	0.0 kg
	EF-PMC-03	Obergrenze	2.2 kg
	EF-PMC-04	Hauptwert	0.5 kg
	EF-PMC-04	Untergrenze	0.0 kg

Die Daten, die sich als Ergebnisse der Wirkungsabschätzungen der drei Produktsysteme ergeben, sind in der folgenden Tabelle vergleichend zusammengestellt:

	WEmi-01			WRes-01		
	U	H	O	U	H	O
PS-01	12.54	14.0	15.54	8.55	20.0	66.55
PS-02	35.31	39.0	42.81	17.2026	30.0	78.0034
PS-03	12.54	26.5	42.81	8.55	25.0	78.0034

6 Subsysteme und Koppelprodukte

Das Produktsystem PS-04, das in diesem Kapitel als erstes untersucht werden soll, ist dem Produktsystem PS-01 sehr ähnlich. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass nun im linken Prozessmodul PM-06 neben dem schon zuvor betrachteten Zwischenprodukt Prod-01 ein weiterer Produktfluss (Prod-03) in Erscheinung tritt. Prod-03 wird innerhalb des Produktsystems nicht verbraucht, sondern stellt neben Prod-02 ein weiteres Endprodukt dar, das potentiell einen existierenden Bedarf decken könnte, oder - mit anderen Worten -, das mindestens im Prinzip „marktfähig“ ist. Derartige Produkte werden im Bereich der Ökobilanzierung als „Koppelprodukte“ bezeichnet.



Bevor das Produktsystem PS-04 als Ganzes in den Blick genommen werden kann, müssen die neuen Flussobjekte EF-PMC-06 und Prod-03 sowie das neue Prozessmodul PM-06 erfasst werden. Wie zuvor ist es zweckmäßig diese Datenbestandsergänzung direkt in der XML-Datei vorzunehmen, wobei nun von der Datei MV-Bsp-03.xml ausgegangen werden sollte. Das vollständige Beispiel findet sich in der entsprechend vorbereiteten Datei MV-Bsp-04.xml, die allerdings auch weitergehende Dinge umfasst und zunächst abermals nur zu Vergleichszwecken herangezogen werden sollte.

Zum Zwecke einer besseren Übersichtlichkeit wird der Datenbestand, der sich letztendlich ergibt, im Weiteren zumeist nicht mehr als XML-Quelltext oder als Screenshot der entsprechenden MultiVaLCA-Seiten dargestellt, sondern in tabellarischer Form. Es wird unterstellt, dass inzwischen sowohl die Vorgehensweise der Datenerfassung als auch die Datenerfassung innerhalb von MultiVaLCA als bekannt angesehen werden darf.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über alle in diesem Kapitel benötigten Objekte vom Typ „Fluss“. Die in der Tabelle gelisteten Flüsse EF-PMC-07 und EF-PMC-08 werden erst an späterer Stelle benötigt.

Name	Typ	Einheit
EF-PMC-01	Elementarfluss	kg
EF-PMC-02	Elementarfluss	kg
EF-PMC-03	Elementarfluss	kg
EF-PMC-04	Elementarfluss	kg
EF-PMC-05	Elementarfluss	kg
EF-PMC-06	Elementarfluss	kg
EF-PMC-07	Elementarfluss	kg
EF-PMC-08	Elementarfluss	kg
EF-out-01	Elementarfluss	kg
EF-in-01	Elementarfluss	kg
EF-in-02	Elementarfluss	kg
Prod-01	Produktfluss	kg
Prod-02	Produktfluss	Items
Prod-03	Produktfluss	g

Das neue Prozessmodul PM-06 setzt sich folgendermaßen zusammen:

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-06			
	EF-PMC-06	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-06	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-06	Obergrenze	1.0
	EF-out-01	Hauptwert	4.0
	EF-out-01	Untergrenze	3.8
	EF-out-01	Obergrenze	4.2
	EF-in-01	Hauptwert	-5.0
	EF-in-01	Untergrenze	-5.25
	EF-in-01	Obergrenze	-4.75
	Prod-01	Hauptwert	1.0
	Prod-01	Untergrenze	1.0
	Prod-01	Obergrenze	1.0
	Prod-03	Hauptwert	15.0
	Prod-03	Untergrenze	12.0
	Prod-03	Obergrenze	16.0

PM-04-a (s. folgende Tabelle) ist ein erster Versuch, das Produktsystem PM-04 in MultiVaLCA zu modellieren. Hierbei wird im Vergleich zu PM-01 lediglich das Modul PM-06 ersetzt:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-04-a		
	Prozessmodul	PM-06
	Prozessmodul	PM-02
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Der Versuch für dieses Produktsystem eine Sachbilanz oder eine Wirkungsabschätzung zu berechnen scheitert. Innerhalb von MultiVaLCA kommen keine Ergebnisse zur Anzeige. Im Console-Fenster der evtl. im Hintergrund aktiven Entwicklungsumgebung Eclipse erscheint die Fehlermeldung „Matrix nicht quadratisch“. Der neu hinzugekommene Produktfluss macht es

unmöglich, dass alle Produktflüsse, die nicht zu Bedarfsvektor gehören, innerhalb des Systems vollständig verbraucht werden. Allerdings scheitert auch der Versuch, das neue Produkt Prod-03 mit einer geeigneten Menge in den Bedarfsvektor einzutragen, der als Produktsystem PS-04-b umgesetzt werden kann:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-04-b		
	Prozessmodul	PM-06
	Prozessmodul	PM-02
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)
	Bedarf	Prod-03 (100.0 g)

Die Ursache für das hier auftretende Problem besteht in der Tatsache, dass das Verhältnis der Mengen, in denen die Produkte Prod-02 und Prod-03 erzeugt werden, durch die Struktur des Produktsystems bereits festgelegt ist und somit nicht einer willkürlich gewählten Bedarfsanalyse unterworfen werden kann. Zur sachgerechte Behandlung von Prod-03 muss dieses im Zuge der Erfassung des Produktsystems PS-04 in der Rubrik „Vor- oder Koppelprodukt“ eingetragen werden.

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-04		
	Prozessmodul	PM-06
	Prozessmodul	PM-02
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)
	Vor- oder Koppelprodukt	Prod-03

Die Sachbilanz des Systems PS-04 stimmt mit derjenigen von PS-01 im Wesentlichen überein. Lediglich die ermittelten Mengen des Produktflusses Prod-03 werden zusätzlich ausgegeben.

Produktsystem	Fluss	Typ	Menge
PS-04			

	Prod-03	Hauptwert	30.0 g
	Prod-03	Untergrenze	21.6 g
	Prod-03	Obergrenze	35.2 g

Allerdings hat Prod-03 keinerlei Auswirkungen auf die Wirkungsabschätzung. Die entsprechenden Ergebnisse, die für die Systeme PS-01 und PS-04 ermittelt werden können, stimmen vollständig überein. Dies ist selbstverständlich nicht sachgerecht. Es ist schlicht nicht wahr, dass ein Nebenprodukt, das innerhalb eines Produktsystems entsteht aber weder einer Nutzung noch einer Entsorgung zugeführt wird, keine ökologisch relevanten Auswirkungen hat. Da bei der hier betrachteten Modellierung die Nutzung oder Entsorgung von Prod-03 nicht innerhalb des Systems PS-04 geschieht, ist dieses System in gewisser Hinsicht „unvollständig“ und muss um Systemkomponenten, die diesen Mangel abstellen, ergänzt werden. Produktsysteme, die in der hier behandelten Weise unvollständig sind, heißen in der verwendeten Systematik „Subsysteme“. Subsysteme werden innerhalb von MultiVaLCA bei der Erfassung größerer („vollständiger“) Produktsystemen in derselben Weise behandelt wie einzelne Prozessmodule.

Zunächst wird ein Prozessmodul (PM-07-a) betrachtet, dass zur gezielten Produktion von Prod-03 dient:

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-07-a			
	EF-PMC-07	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-07	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-07	Obergrenze	1.0
	EF-in-01	Hauptwert	-20.0
	EF-in-01	Untergrenze	-22.0
	EF-in-01	Obergrenze	-18.0
	Prod-03	Hauptwert	1000.0
	Prod-03	Untergrenze	1000.0
	Prod-03	Obergrenze	1000.0

Das neue Modul PM-07-a wird nun mit des Subsystem PS-04 zum Produktsystem PS-05-a zusammengefasst:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-05-a		
	Subsystem	PS-04
	Prozessmodul	PM-07-a
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Auch dieses Produktsystem erweist sich als fehlerhaft, so dass weder eine Sachbilanz noch eine Wirkungsabschätzung berechnet werden. Die Fehlermeldung (s. Eclipse Console) lautet in diesem Fall „Vorzeichenfehler im Skalierungsvektor“. Diesem Vorzeichenfehler liegt der Sachverhalt zugrunde, dass das Modul PS-05-a sozusagen rückwärts arbeiten müsste, um den Überschuss des Produkts Prod-03, für das ja im Bedarfsvektor kein vorliegender Bedarf quantifiziert wird, zu „vernichten“. Das Problem kann durch Vorzeichenumkehr gelöst werden. Diese Vorgehensweise als die Methode der „vermiedenen Produktion“ bezeichnet werden. Sachgerecht ist diese Methode nur, wenn der „vermiedene“ Produktionsprozess bzgl. des Koppelprodukts effektiver ist, als der Prozess, der dieses gleichsam „nebenbei“ produziert, und wenn sichergestellt ist, dass es sich tatsächlich um ein Produkt im engeren Sinne handelt, für das ein derart großer Bedarf existiert, dass dieser nicht vollständig durch den Prozess, der hier rechnerisch vermieden wird, gedeckt werden könnte.

Das Prozessmodul, durch das PS-07-a „vermieden“ werden kann, wird unter dem Namen PS-07 erfasst:

Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-07			
	EF-PMC-07	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-07	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-07	Obergrenze	1.0
	EF-in-01	Hauptwert	20.0
	EF-in-01	Untergrenze	18.0
	EF-in-01	Obergrenze	22.0
	Prod-03	Hauptwert	-1000.0
	Prod-03	Untergrenze	-1000.0
	Prod-03	Obergrenze	-1000.0

Bemerkenswert ist an dieser Stelle das positive Vorzeichen der Werte für dem Elementarfluss EF-in-01. Dieses hat zur Folge, dass hier tatsächlich eine „Entlastung“ bzgl. der zugehörigen Wirkungskategorie eintreten wird. Nun wird PM-07 mit des Subsystem PS-04 zum Produktsystem PS-05 zusammengefasst:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-05		
	Subsystem	PS-04
	Prozessmodul	PM-07
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Die Sachbilanz und die Wirkungsabschätzungen für PS-05 können nun problemlos berechnet werden. Eine Analyse der entsprechenden Ergebnisse erfolgt weiter unten.

Zunächst soll noch die alternative Vorgehensweise zur Behandlung des Produktes Prod-03, nämlich die Entsorgung betrachtet werden. Das Prozessmodul PM-08 dient zur Beseitigung von Prod-03:

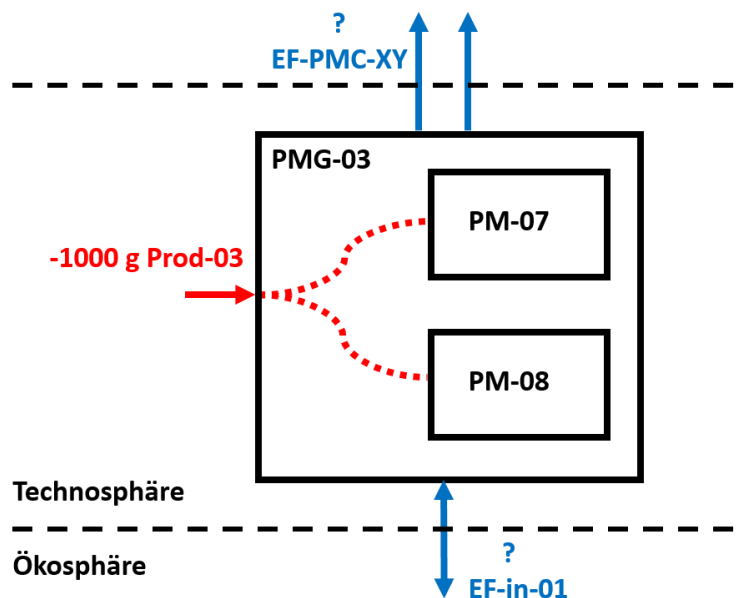
Prozessmodul	Fluss	Typ	Menge
PM-08			
	EF-PMC-08	Hauptwert	1.0
	EF-PMC-08	Untergrenze	1.0
	EF-PMC-08	Obergrenze	1.0
	EF-in-01	Hauptwert	-50.0
	EF-in-01	Untergrenze	-55.0
	EF-in-01	Obergrenze	-45.0
	Prod-03	Hauptwert	-1000.0
	Prod-03	Untergrenze	-1000.0
	Prod-03	Obergrenze	-1000.0

In diesem Fall ist das Vorzeichen der Werte für EF-in-01 wieder negativ, d. h. die Beseitigung von Prod-03 führt nun z. B. zu einem zusätzlichen Energieverbrauch.

PM-08 wird nun mit dem Subsystem PS-04 zum Produktsystem PS-06 zusammengefasst:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-06		
	Subsystem	PS-04
	Prozessmodul	PM-08
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Schließlich können die beiden Prozessmodule PM-07 und PM-08 zu einer Gruppe (PMG-03) zusammengefasst werden (s. nachfolgende Abbildung).



Nach der entsprechenden Datenerfassung erscheint die neue Prozessmodulgruppe in der entsprechenden Liste:

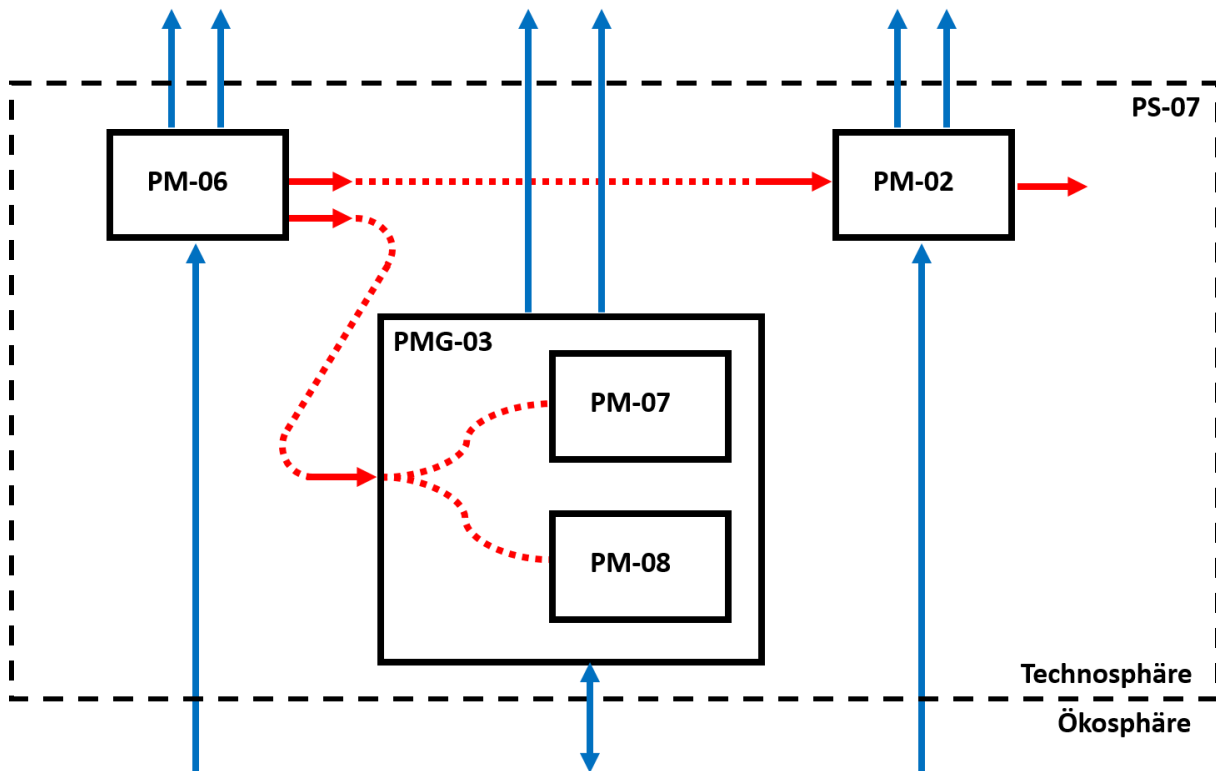
Name	Fluss	Typ	Menge
PMG-03 (PM-07, PM-08)			
	EF-PMC-07	Hauptwert	0.5
	EF-PMC-07	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-07	Obergrenze	1.0
	EF-in-01	Hauptwert	-15.0
	EF-in-01	Untergrenze	-55.0
	EF-in-01	Obergrenze	22.0
	EF-PMC-08	Hauptwert	0.5
	EF-PMC-08	Untergrenze	0.0
	EF-PMC-08	Obergrenze	1.0
	Prod-03	Hauptwert	-1000.0
	Prod-03	Untergrenze	-1000.0
	Prod-03	Obergrenze	-1000.0

In der Praxis wäre dies immer dann sachgerecht, wenn (noch) nicht klar ist, ob ein Koppelprodukt vermarktet werden kann oder ob es entsorgt werden muss. Es ist davon auszugehen, dass dies eine Problemlage ist, die recht häufig auftritt.

PMG-03 und PS-04 werden nun zum Produktsystem PS-07 zusammengefasst:

Produktsystem	Elementtyp	Elementname
PS-07		
	Subsystem	PS-04
	Prozessmodulgruppe	PMG-03
	Bedarf	Prod-02 (1.0 Items)

Im folgenden Bild ist das Produktsystem PS-07 schematisch dargestellt. Abermals wurden die Pfeile der Übersichtlichkeit halber nicht beschriftet. Die Bedeutung der Pfeile ist aus den weiter oben zu findenden Einzeldarstellungen für PS-04 und PMG-03 zu entnehmen.



Die relevanten Unterschiede zwischen den Sachbilanzen der Produktsysteme PS-04 bis PS-07 betreffen den Elementar-Input-Fluss EF-in-01. Die entsprechenden Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	EF-in-01 (in kg)		
	U	H	O
PS-04	-11.55	-10.0	-8.55
PS-05	-11.1612	-9.4	-7.7756
PS-06	-13.486	-11.5	-9.522
PS-07	-13.486	-10.45	-7.7756

Die Werte, die sich für die Wirkungsabschätzungen bzgl. des Indikators EF-in-01-eq ergeben, sind in diesem Fall mit den oben gezeigten Werten identisch, da keine weiteren Elementarflüsse vorliegen, die die Zahlen beeinflussen könnten.