

futuro-Produktbewertungsleitfaden am Beispiel Obst / Obstsäfte

21. August 2003

1. Überblick / Checkliste	2
2. Zerlegung der futuro-Berechnung in Stufen	4
Gesucht	4
Beispiel: Orangensaft	4
3. Grundsätzliche Vorgangsweise pro Stufe	5
Fehlertoleranz	6
Das „Default-Prinzip“	6
4. Entlohnung	7
Gesucht	7
Berechnung	8
Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)	8
Beispiel: Orangensaft (Grobskizze)	8
5. Sozialstandards	10
Gesucht	10
Berechnung	10
Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)	11
6. CO ₂ -Emissionen	12
Gesucht	12
Berechnung	12
CO ₂ -Faktoren für Energieträger	13
Elektrische Energie	13
Durchschnittliche Transportentfernungen	14
CO ₂ -Faktoren pro tkm	14
Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)	15
7. Fläche	16
Gesucht	16
Berechnung	16
Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)	17
8. Toxizität/Umweltschädigung	18
Gesucht	18
Berechnung	18
Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)	18
9. Material	19
Gesucht	19
Berechnung	19
Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)	20
10. Gesamtberechnung	21

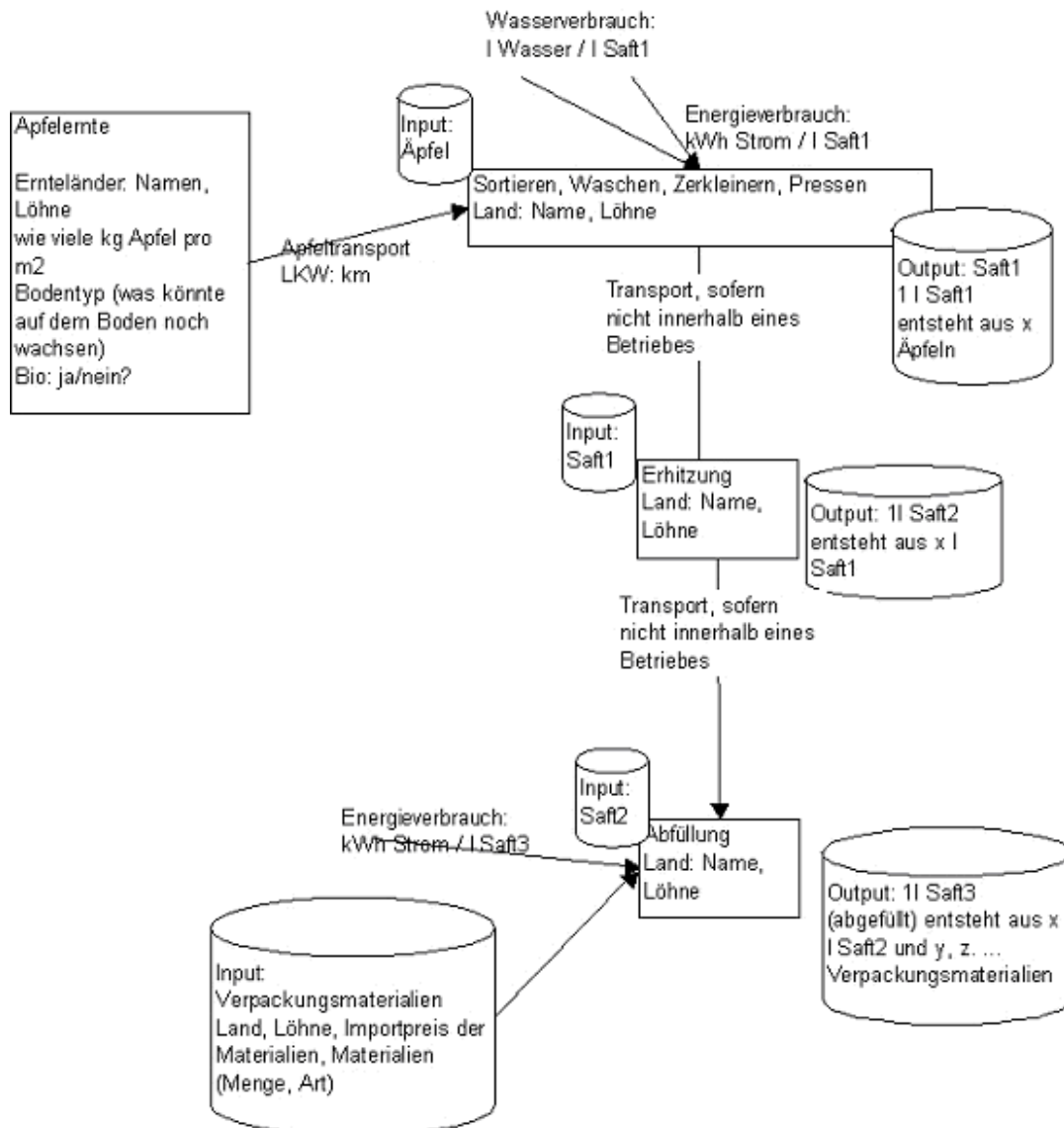
1. Überblick / Checkliste

Ziel ist die Bewertung eines Produktes in futuro – das heißt die Berechnung des „nachhaltigen Preises“ eines Produktes, angegeben in der Währung futuro. Dies erfolgt auf Basis des futuro-Bewertungsalgorithmus, wozu folgende Daten erforderlich sind: (grau geschriebene Passagen sind ev. nicht immer relevant)

1. Produktionsschritte/Stufen

Kurzbeschreibung in Worten, was in jeder Stufe passiert, je Stufe: Mengenverhältnis Input:Output je Stufe (sofern relevant), wobei v.a. relevant die Anzahl der eingesetzten Stoffe je 1 Produkteinheit des Endprodukts. Die Einheiten der Mengenangaben bitte präzise anführen. Auch Transporte bitte wie Produktionsschritte anführen. Das ganze kann am besten in Form einer Skizze dargestellt werden.

Beispiel-Produktionsschritte-Skizze:



WICHTIG: Alle folgenden Daten sind je Produktionsschritt/Stufe erforderlich (die Daten können auch in die Beispiel-Produktionsschritte-Skizze eingetragen werden):

2. Entlohnung und Soziales

- Land bzw. Sektor (Branche), in dem diese Stufe passiert.
- Importwert des Endprodukts der Produktionsstufe in die EU (=Verkaufspreise einer Mengeneinheit des Outputs dieser Stufe) in US\$.
- Bezahlte Löhne bzw. besonders bei Entlohnung über dem Sektor-Durchschnittslohn das Vielfache, um das höher entlohnt wird (z.B. bei Fairtrade-Produkten)

3. Energie/CO2 (Produktion und Transport)

- kWh elektrischer Strom oder Menge anderer Energieträger für Produktionsprozesse pro Endprodukts der Produktionsstufe
- Sofern Ökostrom verwendet oder selbst produziert wird: CO₂-Faktor = x kg CO₂/kWh
- Sofern anderer Energieträger verwendet wird: CO₂-Faktor xx kg CO₂/Endprodukteinheit der Produktionsstufe
- Für Transportstufen: Transportmittel und Transportentfernung
- Sofern „Öko-Transport“: CO₂-Faktor xxx kg CO₂/tkm (pro Tonnen-km) (z.B. Biodiesel etc.)

4. Fläche/Landwirtschaft

- Welche agrarischen Inhaltsstoffe oder auch Produktionshilfsstoffe werden verwendet?
(Achtung auch auf „versteckte“ agrarische Stoffe, etwa bei Bio-Diesel)
- Wieviel kg dieser Stoffe wachsen pro Jahr auf 1 m²?
- Welche Art Boden wird benötigt? (klimatisch-geografische Bezeichnung¹ bzw. ev. Vergleich, welche Produkte hier noch wachsen können)
- Sind die agrarischen Inhaltsstoffe biologisch produziert oder nicht?

5. Materialverbrauch

Mengen der einzelnen nicht erneuerbaren Rohstoffe/Substanzen [kg] in 1 Stk. bzw. 1 kg des Endprodukts (z.B. Verpackungsmaterialien)

Diese Daten können am besten mittels der dafür vorbereiteten Excel-Tabelle (futuro_bewertung_schablone.xls) erhoben werden. Über diese Tabelle kann auch die Berechnung des resultierenden futuro-Preises anschließend rasch durchgeführt werden.

Die folgenden Kapitel beschreiben das erforderliche Datenspektrum genauer.

¹ später wird es eine Liste von Bodentypen zur Auswahl geben

2. Zerlegung der futuro-Berechnung in Stufen

Die im Dokument „Futuro-Bewertungsalgorithmen“ ermittelten monetären Bewertungsfaktoren sollen nun für die Bewertung von Produkten verwendet werden.

Das Produkt durchläuft evt. mehrere Produktionsschritte [Obsternte, Fruchtsaftfabrik] und/oder besteht aus mehreren Teilen [Inhalt, Verpackung o.ä.], die ihrerseits wieder aus Produktionsschritten bestehen können.

Jeden derartigen Schritt bzw. Teil bezeichnen wir als „Stufe“. Die f -Berechnung erfolgt bei jedem Kriterium für jede Stufe getrennt.

Alle folgenden Beschreibungen beziehen sich auf eine Stufe. Eine Stufe liegt zur Gänze in einem Land und in einem Sektor, andernfalls weitere Aufspaltung. (Die EU wird als „ein Land“ angenommen).

Auch Transporte sind Stufen!

Gesucht

Produktionsschritte/Stufen $n=1, 2, \dots$ eines Produktes, Kurzbeschreibung in Worten, was in jeder Stufe passiert, je Stufe: Mengenverhältnis Input:Output je Stufe $m_{i_n}:m_{o_n}$ (sofern relevant), wobei v.a. relevant m_{o_n} pro 1 Produkteinheit des Endprodukts. Die Einheiten der Mengenangaben sind präzise anzuführen.

Bei den Mengen muss besonders auf sequentielle Verarbeitung Bedacht genommen werden. (nichts darf doppelt bewertet werden!)

Beispiel: Orangensaft²

Stufe x: $m_{i_x} = 5$ kg Orangen ergeben $m_{o_x} = 1$ cl Orangensaftkonzentrat (Output der Stufe x)

Stufe y: $m_{i_{y1}} = 3$ cl Orangensaftkonzentrat und $m_{i_{y2}} = 97$ cl Wasser ergeben $m_{o_y} = 1$ l Orangensaft

Bei reinen Transportstufen sind Input und Output ident (bzw. ev. Verlust am Transport mitkalkulieren, dann ist der Output geringer als der Input).

² Es wird mit willkürlichen Zahlen gerechnet, um das Verfahren zu illustrieren.

3. Grundsätzliche Vorgangsweise pro Stufe

Für die futuro-Bewertung werden derzeit die Kriterien Sozialstandards, CO₂-Emissionen, Entlohnung, Schadstoffe/Toxizität, Flächenverbrauch und Materialverbrauch berücksichtigt. In weiterer Folge ist geplant, auch Lebensqualität, Artenvielfalt, Kernenergie, Gentechnik und Wasserverbrauch zu integrieren.

Für jedes Kriterium werden zuerst die Einzel-futuro-Werte des betreffenden Produktes für jede Produktionsstufe ermittelt. Danach wird über die Produktstufen bzw. Kriterien-Werte summiert, sodass man letztlich einen futuro-Preis für ein Produkt erhält.

Dementsprechend sind für jedes Kriterium bzw. jede Stufe bestimmte Daten zu erheben und Berechnungen durchzuführen. Für jedes Kriterium gibt es im folgenden ein eigenes Kapitel, das sich jeweils wie folgt gliedert:

Gesucht

Hier geht es darum, welche Daten anlässlich der Bewertung eines konkreten Produktes erhoben werden müssen. Dies sind jeweils **objektive Maßzahlen** für dieses Kriterium (z.B. CO₂-Äquivalente, die bei der Produktion eines Produktes anfallen oder der Importwert eines Zwischenproduktes, beispielsweise des Orangensaft-Konzentrats).

Berechnung

Hier wird dargestellt, wie aus diesen objektiven Maßzahlen sowie den allgemeinen aus den futuro-Bewertungsalgorithmen bereits bekannten Konstanten (siehe unten) der futuro-Wert/Preis für dieses Kriterium ermittelt wird. Zur höheren Übersichtlichkeit ist die abschließende Tabelle aus dem Algorithmen-Papier nochmals angegeben:

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

Hier werden die für die Berechnung dieses Kriteriums bereits bekannten Daten aufgelistet. Dies sind allgemeine (also nicht auf ein konkretes Produkt bezogenen) Daten. Diese Daten stehen in Form von Konstanten bzw. Tabellen zur Verfügung. Für die Produktbewertung braucht nur noch, z.B. länderspezifisch ausgewählt zu werden (Zum Beispiel kann das Reallohnverhältnis für Nicaragua aus einer Tabelle abgelesen werden oder auch der CO₂-Faktor für 1 kWh Strom.) Zu den Konstanten zählen auch die sogenannten futuro-Bewertungsfaktoren (siehe Tabelle unten), welche beispielsweise für das Kriterium CO₂ 1 kg CO₂ in futuro umrechnen können.

Kriterien	demokrat. Gewichtung	Gesamtwert	Einheit	Gesamt-futuro	futuro/ Einheit	Einheit
Entlohnung	11,04%	4,251E+10	Euro	4,251E+10	1,0000	futuro/Euro
Sozialstandards	13,42%	1,279E+10	Euro * SIP	5,168E+10	4,0400	futuro/Euro*SIP
CO ₂	12,34%	1,429E+11	kg CO ₂ -Äq. / Jahr	4,752E+10	0,3325	futuro/kg CO ₂ -Äq.
Fläche	9,33%	8,790E+10	m ²	3,593E+10	0,4088	futuro/m ²
Schadstoffe	10,60%	1,757E+11	m ²	4,082E+10	0,2323	futuro/m ²
Material	9,03%	7,450E+11	RIP	3,477E+10	0,0467	futuro/RIP

Fehlertoleranz

Nach Möglichkeit sollte die Genauigkeit der Daten für jede Stufe angegeben werden. Die Gesetze der Fehlerfortpflanzung sind insofern zu berücksichtigen, dass keine Stufenwerte berechnet werden, deren Wert deutlich unter der Größe des Fehlerintervalls liegt.

Beispiel: Angenommen, beim Kriterium „Flächenverbrauch“ ergibt sich ein rel. Fehler von 10% und etwa ein Absolutbereich von 45 bis 55 futuro. Dann ist die genaue Berechnung von Stufenwerten unter beispielsweise 1 futuro unnötig. In diesem Fall könnte festgestellt werden: „Materialverbrauch unter 1 futuro – vernachlässigbar“.

Das „Default-Prinzip“

Für alle Kriterien wird von vornherein mit globalen Durchschnittswerten gerechnet. Wird also Orangensaft aus Brasilien importiert, so wird nicht der konkrete Lohn der dafür tätigen ErntearbeiterInnen, sondern der entsprechende Branchen-Durchschnittslohn verwendet.

Ist nun ein Produkt in einem Kriterium explizit besser (etwa „FairTrade-Orangensaft“ im Kriterium Entlohnung), so wird anstelle dieses Default-Werts der konkrete Wert dieses Produkts eingesetzt. Firmen können bei der Bewertung ihre Produkte futuro-mäßig verbessern, indem sie Daten liefern, um zu belegen, dass die Produkte in bestimmten Kriterien besser als der Durchschnitt sind (etwa durch die Mitteilung, dass die Firma Ökostrom verwendet).

4. Entlohnung

Für Stufen, die außerhalb der EU stattfinden, ist der Stufenendwert in US\$ festzulegen. Der Endwert einer Stufe ist der Verkaufspreis eines (Zwischen)Produktes von einer Stufe in die nächste (z.B. Verkaufspreis des Orangensaftkonzentrats an Abfüller). Dieser Importwert wird jeweils mittels der futuro-Entlohnungs-Bewertungsformeln (und weiteren Parametern, siehe unten) in die Entlohnungs-futuros umgerechnet.

Gesucht

Für jede Stufe $n=1, 2 \dots$:

- Stufen im Inland, in der EU oder in Ländern mit einem Reallohnverhältnis < 1 (Ländern mit höherem Lebensstandard als Österreich³) müssen nicht bewertet werden. Es sind weder Importwerte noch IST-Löhne zu erheben.
- Für Stufen außerhalb der EU gilt: Wenn keine IST-Löhne für die Arbeit der Stufe bekannt sind, werden einfach branchenspezifische Durchschnittslöhne⁴ aus einer futuro-Tabelle ausgewählt. (Default-Prinzip) und der Endwert e_n dieser Stufe in US\$ ist anzugeben. Bei Anwendung dieses Default-Prinzips auf mehrere hintereinanderliegende Stufen eines Landes, können die einzelnen Stufen rechnerisch zu einer Stufe zusammengefasst werden.
- Wenn IST-Löhne bekannt sind, oder bekannt ist, dass der IST-Lohn über dem Branchen-Durchschnittslohn des Landes liegt, muss der Faktor ermittelt werden, um den höher entlohnt wird (z.B. bei Fairtrade-Produkten).

Rechenbeispiel: Nicaragua hat ein Reallohnverhältnis von 10,3 im Vergleich zu Österreich. Wird nun „normaler“ Orangensaft dort geerntet, konzentriert, transportiert etc., so bedeutet ein Exportpreis von beispielsweise 1000 US\$ für ein bestimmtes Quantum Orangensaftkonzentrat eine darin steckende Entlohnungsungerechtigkeit von 9300 US\$⁵. Die Aufspaltung in einzelne Stufen ist hier belanglos.

Bei „fairem Saft“ ist das anders. Hier muss so gerechnet werden: „Faire Stufe Nicaragua“ (also etwa Ernte; oder auch Ernte und Verarbeitung): die Leute bekommen dreimal so viel wie branchenmäßig üblich. Das entspricht einem Reallohnverhältnis für diese Stufe von⁶ 3,43, die Entlohnungsungerechtigkeit für diese Stufe ist also bei einem Stufenendwert von beispielsweise 500 US\$ für ein bestimmtes Quantum Orangen 1215 US\$.⁷ Die restlichen Produktionsstufen in Nicaragua werden wieder nach dem Default-Prinzip bewertet.

Ein „Nicht-Default-Bereich“ ist also de facto wie ein eigenes Land mit einem anderen Reallohnverhältnis zu behandeln.

³ Siehe Tabelle futuro_daten.xls

⁴ aus Tabelle, bzw. Ableitung aus Reallohnverhältnis Österreich und Sektoren-Durchschnittslöhnen Österreich

⁵ $(10,3 - 1) * 1000$

⁶ $10,3 : 3$

⁷ $(3,43 - 1) * 500$

Berechnung

1. Die **Entlohnungsungerechtigkeit** $m_{E,n}$ [€] für jede Stufe n ergibt sich mit

$$m_{E,n} = \varphi \cdot \left(\frac{L_{Xn}}{\xi} - 1 \right) \cdot e_n$$

Wobei:

φ = Wechselkurs im Referenzjahr. Für das Jahr 2000 wird der Wert von $\varphi = 0,920$ US\$/€ angesetzt.⁸

L_{Xn} = Reallohnverhältnis Österreich : Land X_n

ξ = „Default-Faktor“; bei Default-Stufen ist er 1, sonst gibt er an, das Wievielfache des Branchen-Durchschnittslohn dieser Branche in diesem Land tatsächlich in dieser Stufe bezahlt wird.

In obigem Beispiel ist $\xi = 3$.

2. Die **gesamte Entlohnungs-Ungerechtigkeit des Produktes** [€] ergibt sich als Summe der $m_{E,n}$:

$$m_E = \sum_n m_{E,n}$$

3. Die **Entlohnungs-futuros des Produktes** [f] entsprechen den Entlohnungs-futuros:

$$m_E = f_E$$

weil für das Kriterium 1 Entlohnungs-€ = 1 f gesetzt wurde (siehe Bewertungskonzept).

Bedeutung der Entlohnungs-futuros

$m_{E,n}$... der Betrag in Euro, die den österreichischen KonsumentInnen „erspart“ bleiben, weil im Produktionsland X_n die Arbeit schlechter entlohnt wird, als im österreichischen Durchschnitt für dieselbe Art der Arbeit bezahlt wird (die Kaufkraftunterschiede werden in der Berechnung berücksichtigt!)

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

φ , L_{Xn}

Beispiel: Orangensaft (Grobskizze)

- Orangenplantage, Land X_1 , Sektor Y_1 . Verkaufspreis von 1 kg Orangen = P_1 (alle in US\$).
- Transport an Fruchtsaftfabrik in Land X_2 . Transportpreis von 1 kg Orangen = P_2 .
- Fruchtsaftfabrik in Land X_2 , Sektor Y_2 . Aus M_1 kg Orangen (aus a.) wird 1 Liter Orangensaftkonzentrat. Verkaufspreis von 1 Liter = P_3 .
- Transport in den EU-Raum. Transportpreis von 1 Liter Konzentrat = P_4 .

⁸ European Central Bank/Euromonitor research

- e. Papierverpackung: Herstellung in Land X3, Sektor Y3 (ggf. nochmals untergliedern in Papierproduktion, Druck etc. – auf Genauigkeitsgrenze [s.o.] achten!). Preis für 1 Packerl: P5.
- f. Abfüllen des Konzentrat in Packerln (aus 1 Liter Konzentrat werden M_2 Liter Saft): wenn im EU-Raum, belanglos ($f_E = f_S = 0$).

Die „Importwerte“ e_1, e_2 usw. der einzelnen Stufen sind somit **für 1 Liter Saft**: $P_1 * M_1 / M_2$, $P_2 * M_1 / M_2$, P_3 / M_2 , P_4 / M_2 , P5.

5. Sozialstandards

Für die Berechnung der Sozial-futuros sind keine weiteren Daten zu recherchieren. Die bereits zuvor ermittelten Produktionsländer X_n werden hier nochmals für die Berechnung verwendet und mittels futuro-Sozial-Bewertungsfaktoren (siehe unten) in die Sozial-futuros umgerechnet.

Gesucht

Nichts Neues zu recherchieren.

Berechnung

1. Die **Sozial-Ungerechtigkeit $m_{S,n}$ [€* SIP] für jede Stufe n** ergibt sich wie folgt:

$$m_{S,n} = \varphi \cdot \frac{L_{X_n}}{\xi} \cdot e_n \cdot (h_{\text{ö}} - h_{X_n})$$

Die Formel ist fast dieselbe wie bei der „Entlohnung“; statt $(\frac{L_{X_n}}{\xi} - 1)$ wird hier jedoch der

Faktor $\frac{L_{X_n}}{\xi}$ verwendet. Begründung: bei Entlohnung geht es um die Lohndifferenzen, also

sollen bei gleichen Reallöhnen ($L = 1$) die Entlohnungs-futuro gleich Null sein; bei den Sozialstandards geht es hingegen um den tatsächlichen Reallohn. Denn auch wenn $L = 1$ wäre, ist bei unterschiedlichem Sozialindex h dennoch eine Ungerechtigkeit gegeben, die anteilig umso höher ist, je größer der Anteil der in dem Produkt steckenden Arbeit ist.

wobei:

$h_{\text{ö}}, h_{X_n}$ = Gender-related development index der UNDP für Österreich bzw. das Land X_n [SIP = Sozialindexpunkte]⁹

Negative Werte werden durch 0 ersetzt (Begründung siehe futuro-Bewertungsalgorithmen, Seite 12)

2. Die **gesamte Sozialungerechtigkeit des Produktes [€* SIP]** ergibt sich als Summe der $m_{S,n}$:

$$m_S = \sum_n m_{S,n}$$

3. Die **Sozial-futuros des Produktes [f]** ergeben sich wie folgt:

$$f_S = \gamma_S \cdot m_S$$

wobei:

γ_S = Sozial-Bewertungsfaktor, mittels welchem der Wert m_S in f_S umgerechnet wird (in γ_S spielen die gesamte Sozialungerechtigkeit für österreichische Bedürfnisse – aus dem Konsum von Produkten, die unter sozial unfairen Bedingungen produziert wurden, und die gesellschaftliche Gewichtung des Kriteriums Sozialstandards herein).

$\gamma_S = 4,04 \text{ f}/(\text{€*SIP})$ (siehe Tabelle Abschnitt 3)

⁹ siehe futuro_daten.xls

Bedeutung der Sozial-futuros

f_S ... die Sozial-Differenz zwischen den Produktionsländern und Österreich wird als Aufschlag auf den futuro-Preis berechnet, wobei der Aufschlag proportional dem „fairen Lohn“ berechnet wird (aufgrund der Annahme: je mehr der „faire Lohn“ ausmachen würde, desto mehr wird für das Produkt gearbeitet und desto mehr Sozialabgaben etc. müssten zur Erzielung eines gesellschaftlichen Sozialstandards entrichtet werden.) Ein firmenbezogener Sozialindex ist praktisch nicht zu ermitteln (Lebenserwartung u.ä.), daher immer die „Landeszahlen“. Durch Verwendung von ξ werden „faire Firmen“ auch mit geringeren Sozialungerechtigkeiten belastet, was durchaus plausibel ist.

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

$h_{\text{Ö}}$, h_{X_n} , γ_S

6. CO₂-Emissionen

Für die Berechnung der CO₂-futuros sind Energie-Inputs der einzelnen Produktionsstufen und Transportwege bzw. zugehörige Transportmittel zu recherchieren.

Diese Daten werden mittels futuro-CO₂-Bewertungsfaktoren in die CO₂-futuros umgerechnet.

Gesucht

Für die jede Stufe n=1, 2 ...:

- Für Produktionsstufen (in obigem Beispiel: a, c, e): p_n = kWh elektrischer Strom oder Menge anderer Energieträger für Produktionsprozesse pro Output-Einheit mo_n dieser Stufe.
- Sofern Ökostrom verwendet oder selbst produziert wird: CO₂-Faktor = 0 kg CO₂/kWh
- Sofern anderer Energieträger verwendet wird: CO₂-Faktor xx kg CO₂/ mo_n (Angabe oder Auswahl aus Tabelle, siehe unten)
- Für Transportstufen (in obigem Beispiel: b, d): Transportmittel t_n (bzw. Treibstoff/verbrauch) und Transportentfernung d_n (Achtung: Biodiesel ist zwar beim CO₂ besser, schlägt aber dafür beim Flächen-futuro wieder zu Buche!)

Berechnung

1. Die CO₂-Äquivalente $m_{C,n}$ [kg CO₂-Äquivalent] für jede Stufe n ergeben sich wie folgt:

1p. Für Produktionsstufen:

$$m_{C,n} = p_n \cdot k_C \cdot mo_n$$

p_n = Bedarf kWh (oder an Einheiten eines anderen Energieträgers) pro mo_n

mo_n = Quantität des Outputprodukts dieser Stufe pro einer Einheit Endprodukt

k_C = CO₂-Faktor für Stromerzeugung = 0,582 kg CO₂-Äquivalent pro kWh elektrischer Energie (weltweit gerechnet¹⁰, siehe unten); bzw. bei anderen Energieträgern Werte aus untenstehender Tabelle. Bei erneuerbaren Energieträgern ist $k_C = 0$.

Rechenbeispiel (alles willkürlich angenommene Werte, um den Rechenvorgang zu illustrieren): In 1 Liter Orangensaft stecken (auf einer bestimmten Stufe) 3 cl Konzentrat. Für die Erzeugung von 1 Liter Konzentrat werden 2,5 kWh elektrischer Energie verwendet. Wir rechnen somit:

$$p_n = 2,5 \text{ kWh/Liter Konzentrat}$$

$$mo_n = 0,03 \text{ Liter Konzentrat/Liter Saft}$$

$$k_C = 0,582 \text{ kg CO}_2\text{-Äquivalent/kWh elektrischer Energie}$$

*Somit $m_{C,n} = 2,5 * 0,03 * 0,582 = 0,04365 \text{ kg CO}_2\text{-Äquivalent als Beitrag dieser Stufe zur CO}_2\text{-Menge von 1 Liter Orangensaft.}$*

¹⁰ World Energy Outlook 2002

CO2-Faktoren für Energieträger

Sofern kein eigener CO2-Faktor bekannt ist, kann auf folgende Liste zurückgegriffen werden:

Energieträger ¹¹	Einheit	kg CO ₂ / Einheit
Fernwärme konventionell	kWh	0,2
Flüssiggas	kg	2,944
Erdgas	m ³	1,92
Heizöl extra leicht	l	2,7
Heizöl leicht	l	2,996
Koks	kg	2,475
Steinkohle	kg	2,38
Steinkohle Briketts	kg	2,573
Braunkohle	kg	1,521
Braunkohle Briketts	kg	1,96

Elektrische Energie

Für das Jahr 2000 wird von einer weltweiten Stromproduktion von 15.391 TWh = 55.407,6 PJ ausgegangen¹². Für diese Zwecke wurden 8957 Mt CO₂-Äquivalent emittiert; somit ergibt sich ein Wert von 0,582 kg CO₂-Äquivalent pro kWh elektrischer Energie und somit 0,193 €/kWh.

Der niedrigere für Österreich angegebene Wert¹³ von 0,2737 kg CO₂-Äquivalent pro kWh elektrischer Energie ist wohl auf den überdurchschnittlichen Wasserkraftanteil zurückzuführen. Für unsere Rechnungen werden aber bewusst globale Mittelwerte verwendet, da es ungerecht ist, Ländern, die zufällig mehr Wasserkraft haben, einen größeren Stromverbrauch zuzugestehen.

1t. Für Transportstufen:

$$m_{C,n} = d_n \cdot k_{C,m} \cdot m_{o_n}$$

wobei:

d_n = Transportentfernung, die mit Transportmittel t_n zurückgelegt wird

t_n = Transportmittel

$k_{C,m}$ = CO₂-Faktor, der ausdrückt, wieviel kg CO₂-Äquivalente bei Transport mit Transportmittel t_n pro tkm (Tonnen-km) emittiert werden. (Dieser Wert kann u. U. für

¹¹ Quelle: IWO, OÖ Umweltakademie, OLI, GEMIS 4.1.

¹² World Energy Outlook 2002

¹³ GEMIS 4.1

verschiedene Regionen, wie etwa Erdteile, differieren, siehe Tabelle unten]). Ggf. eigener CO2-Faktor bei Öko-Transportmitteln!

Durchschnittliche Transportentfernungen

Oft kommt es – zum Beispiel bei der Lieferung von einem Zentrallager zu Endverkaufsstellen – zur Notwendigkeit, eine durchschnittliche Transportentfernung zu berechnen (der Orangensaft soll ja nicht in jedem Laden einen anderen futuro-Preis haben!). Hierfür wird folgende Abschätzung vorgenommen:

Voraussetzungen: Kreisförmiges Verteilungsgebiet, Radius R, Sender im Mittelpunkt, „Gleichverteilung“ der Empfänger auf Kreisfläche.

$$\text{Durchschn. Abstand vom Mittelpunkt } \bar{d} = \frac{1}{R^2 \pi} \int_0^R r \cdot 2\pi r \cdot dr = \frac{2R^3 \pi / 3}{R^2 \pi} = \frac{2R}{3}$$

Wenn somit die Fläche des Verteilungsgebiets $A = R^2 \pi$ gegeben ist, so erhalten wir

$$\bar{d} = \sqrt{A} \cdot \frac{2}{3\sqrt{\pi}} \approx 0,376 \cdot \sqrt{A}.$$

In der Realität wird dieser Wert aus mehreren Gründen immer höher sein:

1. *Das Verteilungsgebiet ist nicht kreisförmig*
2. *Der Sender ist nicht im Mittelpunkt*
3. *Es wird nicht die Luftlinie verwendet; insbesondere da auf Zeit und nicht auf Entfernung optimiert wird, werden Autobahnen verwendet, auch wenn sie einen Umweg darstellen.*

Aus diesen Gründen ist ein Aufschlag von 30-40% wohl gerechtfertigt¹⁴. Wir setzen an:

$\bar{d} \approx \sqrt{A} / 2$. (Aufschlag von 33%). So erhalten wir (gerundet – für Österreich wegen der länglicheren Form aufgerundet):

	Fläche (km ²)	Durchschnittsentfernung (km)
Österreich	83855	150
Deutschland	356733	300

CO2-Faktoren pro tkm

Werte für den Treibstoff-Verbrauch und CO2-Äquivalente pro tkm für verschiedene Verkehrsmittel (Schwer/Leichtlast, Bahn, Flug) wurden recherchiert¹⁵. Hier kommt es – vermutlich infolge unterschiedlicher geographischer Gegebenheiten (Berge/Ebene) oder infolge eines veralteten Fahrzeugparks (oder unvollständiger Datenlage) - zu großen Unterschieden für verschiedene Kontinente. So werden etwa für Bahnfracht Werte von 0,010 bis 0,163 kg CO2 pro Tonnenkilometer angegeben, für Luftfracht Werte von 0,591 bis 1,333 kg CO2/tkm. Hier werden noch weitere Recherchen nötig sein. Auch ist bei Flugzeugen eine

¹⁴ Die Effekte 1 und 2 wären zwar mathematisch erfassbar; da das für den 3. Effekt aber nicht mit vertretbarem Aufwand zutrifft, ist ohnehin eine Schätzung notwendig, und somit können die aufwändigen Berechnungen entfallen (insbesondere, da schon aus Wirtschaftlichkeitsgründen die Zentrallager meist an gut erreichbaren Stellen – möglichst „zentral“ – angelegt werden).

¹⁵ IEA - Transportation Projections in the OECD region - detailed Report 2002

reine Angabe nach kg CO₂/tkm wohl kaum sinnvoll, da die meiste Energie (und somit der Großteil des CO₂) bei Start und Landung verbraucht wird.

Die folgende Tabelle ist ein vorläufiger Kompromiss der bisherigen Recherchen:

Transportmittel ¹⁶	kg/tkm
Zug	0,03
Schiff	0,04
Überseeschiff	0,0095
LKW	0,2
Heavy trucks	0,17
Flugzeug	1,25

2. Die **gesamten CO₂-Äquivalente des Produktes [kg CO₂-Äquivalent]** ergeben sich als Summe der $m_{C,n}$:

$$m_C = \sum_n m_{C,n} \cdot$$

3. Die **CO₂-futuros des Produktes [f]** ergeben sich wie folgt:

$$f_C = \gamma_C \cdot m_C \cdot$$

wobei:

γ_C = CO₂-Bewertungsfaktor, mittels welchem die CO₂-Äquivalente m_C in f_C umgerechnet werden (in γ_C spielen die gesamten CO₂-Emissionen für österreichische Bedürfnisse und die gesellschaftliche Gewichtung des Kriteriums CO₂-Emissionen eine Rolle).

$\gamma_C = 0,3325$ f/kg CO₂-Äquivalent.

Bedeutung der CO₂-futuros

f_C ... der futuro-Betrag, der - entsprechend der gesellschaftlichen Gewichtung des Kriteriums CO₂ und den tatsächlich für Herstellung und Transport emittierten CO₂-Äquivalenten – diesem Produkt zukommt.

Es handelt sich hier nicht um eine Bewertung der Umweltkosten der CO₂-Äquivalente. Die Menge der insgesamt für österreichischen Konsum entstandenen CO₂-Emissionen wird entsprechend der gesellschaftlichen Gewichtung des Kriteriums CO₂ proportional der österreichischen Entlohnungsgerechtigkeit in Geldeinheiten (futuros) bewertet.

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

k_C für verschiedene Energieträger, $k_{C,tn}$, γ_C

¹⁶ Daten aus Vergleich von: GEMIS 4.x, Taylor 2000, Probst Mahlzeit, IEA-Transportation Projections in the OECD region - detailed Report 2002 (siehe auch Literatur-Liste in futuro_a-o-saft.doc)

7. Fläche

Hier sind nur Stufen, bei denen es um landwirtschaftliche Produktion geht, zu betrachten:

Wir gewichten jede verwendete Bodenfläche mit der relativen Ernährungsnutzbarkeit φ . Hierbei gehen wir willkürlich davon aus, dass ein durchschnittlicher Ackerboden in Österreich $\varphi_0 = 1$ hat. Dieser Boden liefert nun im optimalen Fall (bei Wahl der ertragreichsten Pflanze) einen Ertrag E_0 (in $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{Jahr})$). Wenn nun ein anderer Boden (mit einer anderen, für die dortigen Bedingungen optimalen Pflanze) einen Ertrag E_1 liefert, so ist die relative Ernährungsnutzbarkeit dieses Bodens $\varphi_1 = E_1/E_0$.

Hierbei sollen soziale und ökologische Aspekte mit einfließen. Wenn angenommen wird, dass es zu keiner Umwandlung von Weide- oder Waldland in Ackerland kommt, wird unabhängig von der tatsächlichen **Fruchtbarkeit** dieser Böden ihre relative **Nutzbarkeit** für die Ernährung des Menschen mit 0 angesetzt.

Gesucht

- Welche agrarischen Inhaltsstoffe oder auch Produktionshilfsstoffe wurden in den Stufen n verwendet (sind wieder die m_{0n} , aber nur eben die agrarischen) ?
Achtung: auch „versteckte“ m_{0n} , etwa bei Bio-Diesel – siehe Kriterium CO₂ - sind zu berücksichtigen.
- Wieviel kg dieser m_{0n} wachsen pro Jahr auf 1 m^2 ? (a_n)
- Welche Art Boden wird für die Stufe n benötigt? (aus Liste: was ist die relative Ernährungsnutzbarkeit dieses Bodens?)

Berechnung

1. Der **Flächenbedarf** [$\text{m}^2/\text{Produkteinheit}$] der Stufen 1, ..., n wird wie folgt berechnet:

$$m_{F,n} = \frac{m_{0n}}{a_n} \cdot \varphi_n$$

wobei:

m_{0n} = kg landwirtschaftliches Outputprodukt pro einer Einheit Endprodukt

a_n = jährlicher realer Ertrag auf 1 m^2 (in $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{Jahr})$),

φ_n = relative Ernährungsnutzbarkeit dieses Bodens. Einheit: dimensionslos

2. Der gesamte **Flächenenergieinhalt** m_F des Produktes [m^2/kg bzw. $\text{m}^2/\text{Stk.}$] ergibt sich als Summe der $m_{F,n}$:

$$m_F = \sum_n m_{F,n}$$

3. Die **Flächen-futuros** des Produktes [f] ergeben sich wie folgt:

$$f_F = \gamma_F \cdot m_F, \text{ wobei}$$

γ_F = Flächenbewertungsfaktor, mittels welchem die Flächen m_F in f_F umgerechnet werden (in γ_C spielen die gesamten Flächenverbräuche für österreichische Bedürfnisse und die gesellschaftliche Gewichtung des Kriteriums Fläche eine Rolle).

$$\gamma_F = 0,4088 \text{ f}/\text{m}^2.$$

Bedeutung der Flächen-futuros

f_F ... der futuro-Betrag, der - entsprechend der gesellschaftlichen Gewichtung des Kriteriums Fläche (γ_F) und den tatsächlich für Herstellung (und Transport) verwendeten Flächen (je nach Ernährungsnutzbarkeit) – diesem Produkt zukommt.

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

φ_n für alle relevanten Bodentypen (derzeit noch nicht erhoben)

8. Toxizität/Umweltschädigung

Die Toxizitätsbewertung hängt eng mit der Flächenbewertung zusammen, weshalb hier nicht viele neue Zahlen recherchiert werden müssen.

Die Toxizität wird proportional dem Flächenbedarf eines Produktes angesetzt.

Anmerkung: Diese Bewertung bezieht sich derzeit nur auf landwirtschaftliche Produkte.

Gesucht

- Feststellung, ob Produkt „bio“

Berechnung

1. Die **Toxizitätsfläche [m²] der Stufen 1, ..., n** wird wie folgt abgeschätzt:

$$m_{T,n} = \alpha_{T,n} \cdot \frac{m_{O,n}}{a_n}$$

wobei:

$\alpha_{T,n}$ = Toxizitätsfaktor. Vorerst: Bei Bio-Produkten 0, bei allen anderen 1.¹⁷

$m_{O,n}$, a_n siehe Abschnitt 6.

$m_{O,n}/a_n$ = benötigte Menge / mögliche Jahresmenge pro m² ergibt den Flächenbedarf für die Menge $m_{O,n}$, - bereits im Abschnitt Flächenbedarf berechnet.

$m_{T,n}$ = Toxizitätsfläche der Stufe n (Einheit m²; anschauliche Darstellung: die für 1 kg bzw. Stk. des Produkts mit Schadstoffen belastete Fläche)

2. Die **gesamte Toxizitätsfläche [m²]** des Produktes ergibt sich als Summe der $m_{T,n}$:

$$m_T = \sum_n m_{T,n}$$

3. Die **Toxizitäts-futuros des Produktes [f]** ergeben sich wie folgt:

$$f_T = \gamma_T \cdot m_T, \text{ wobei}$$

γ_T = Toxizitätsbewertungsfaktor, mittels welchem die Toxizitätsfläche m_T in f_T umgerechnet werden (in γ_T spielen die gesamte für österreichische Bedürfnisse verursachte Toxizität und die gesellschaftliche Gewichtung des Kriteriums Toxizität eine Rolle).

$$\gamma_T = 0,2323 \text{ €/m}^2.$$

Bedeutung der Toxizitäts-futuros

f_T ... der futuro-Betrag, der - entsprechend der gesellschaftlichen Gewichtung des Kriteriums Toxizität (γ_T) und den für Herstellung verwendeten schadstoffbelasteten Böden – diesem Produkt zukommt.

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

$$\alpha_{T,n}, \gamma_T$$

¹⁷ Die grobe Gliederung des Toxizitätsfaktors (0 oder 1) entspricht zwar der pragmatischen Forderung der leichten Berechenbarkeit und auch der Wahrnehmung der KonsumentInnen (Bio: ja/nein), kann aber noch verfeinert werden.

9. Material

Gesucht

- μ_n = Mengen der einzelnen nicht erneuerbaren Rohstoffe/Substanzen [kg] in 1 Stk. bzw. 1 kg des Produkts.

Berechnung

1. Der **Materialverbrauch [RIP] der Stufen 1, ..., n** wird wie folgt abgeschätzt:

$$m_{M,n} = \lambda_n \cdot \mu_n$$

wobei:

λ_n = Anzahl der „Ressourcen-Indexpunkte“ [RIP] pro kg einer Substanz, wobei diese RIPs die Knappheit des Materials ausdrücken (siehe Tabelle unten)

$m_{M,n}$ = „Ressourcen-Indexpunkte“ auf Grund einer bestimmten Substanz n, die in einem Stk. bzw. kg des Endprodukts stecken.

Material-RIPs

Ressource	RIP/kg
Aluminium	5,82E+01
Blei	3,00E+02
Chrom	2,51E+02
Eisen	4,35E+00
Gold	4,40E+06
Kobalt	6,09E+04
Kupfer	1,83E+02
Mangan	2,00E+02
Molybdän	8,33E+04
Nickel	6,67E+03
Platin	1,00E+07
Silber	2,38E+06
Zink	5,26E+02
Zinn	8,33E+04
Kadmium	1,67E+05
Magnesium	1,00E-03
Quecksilber	1,67E+05
Vanadium	1,59E+04

2. Der **gesamte Materialverbrauch [RIP] des Produktes** ergibt sich als Summe der $m_{M,n}$:

$$m_M = \sum_n m_{M,n}$$

m_M = Gesamt-„Ressourcen-Indexpunkte, die in einem Stk. bzw. kg des Endprodukts stecken.

3. Die **Material-futuros des Produktes [£]** ergeben sich wie folgt:

$$f_M = \gamma_M \cdot m_M \cdot$$

γ_M = Material-Bewertungsfaktor, mittels welchem der RIP-Wert m_M in f_M umgerechnet wird (in γ_M spielen der gesamte Materialverbrauch für österreichische Bedürfnisse und die gesellschaftliche Gewichtung des Kriteriums Materialverbrauch herein).

$$\gamma_M = 0,0467 \text{ £/RIP.}$$

Bedeutung der Material-futuros

f_M ... der futuro-Betrag, der - entsprechend der gesellschaftlichen Gewichtung des Kriteriums Material und den tatsächlich im Produkt steckenden Materialanteilen – diesem Produkt zukommt.

Bekannt aus dem futuro-Bewertungskonzept (futuro-Tabellen)

λ_n für alle relevanten Substanzen [RIP/kg], γ_M

10. Gesamtberechnung

Der Gesamt-futuro-Wert f eines Produkts ergibt sich nun einfach als Summe zu

$$f = f_E + f_S + f_C + f_F + f_T + f_M.$$

Anmerkung: In späteren Versionen des Berechnungsschemas ist an die Integration weiterer Kriterien sowie eine Ermittlung der Gewichtungsfaktoren aus einem größeren Sample gedacht.