

Bericht zur ökologischen Bewertung des Prozessmodells *„Demo“*

ifu hamburg
material flows and software.



I. Kurzbericht

Allgemeine Kennzahlen

Produktstrom	=	23902	kg / Jahr
Inputstrom	=	1577288	kg / Jahr
Abfallstrom	=	1553172	kg / Jahr
Energiestrom	=	21650675951	kJ / Jahr
Inputindex	=	66	kg / kg
Abfallindex	=	65	kg / kg
Energieindex	=	905802	kJ / kg
Abwassermenge	=	1551570	kg / Jahr

kritische Stoffe (A-Stoffe)

Stoff	Wirkungskategorie
Dampf, 10 bar [kg]	Thermische Risiken
Dampf, 4 bar [kg]	Thermische Risiken
Salpetersäure	Thermische Risiken, Toxizität (akut)
Natriumhydroxid	Thermische Risiken, Toxizität (akut)
Acrolein	Toxizität (akut), Toxizität (chronisch)
Kaliumhydroxid	Toxizität (akut)
Schwefelsäure	Toxizität (akut)
Biomasse (bakteriell)	Eutrophierung

Wirkungskategorien mit hohen Wirkungspotenzialen

Inputseite: Komplexität der Synthese , Rohstoffverfügbarkeit, Flächenverbrauch
 Outputseite: Eutrophierung, Toxizität (akut), Ozonbildungspotential

Umweltbewertungszahlen (UBZ)

<u>Mit angepassten Wichtungsfaktoren</u>		<u>Mit originalen Wichtungsfaktoren</u>	
UBZ Input mit Wasser	=	33	UBZ Input mit Wasser = 295
UBZ Output mit Wasser	=	65	UBZ Output mit Wasser = 272
Gesamt-UBZ mit Wasser	=	52	Gesamt-UBZ mit Wasser = 281

II. Ausführlicher Bericht

Inhalt:

1. Erläuterungen
2. Allgemeine Kennzahlen (Schritt 1)
3. Identifizierung von kritischen Stoffen (Schritt 2)
4. Quantitative Bewertung der einzelnen Wirkungskategorien (Schritt 3)
5. Umweltbewertungszahlen (Schritt 4)
6. Dokumentation der verwendeten Wichtungsfaktoren

1. Erläuterungen

Dieser Bericht stellt die Ergebnisse der ökologischen Bewertung des Prozessmodells „Demo“ mit der Software Sabento® dar. Die Bewertung basiert auf der *Sachbilanz* des Modells und auf den Materialeigenschaften aus der Materialdatenbank von Sabento®. In der Materialdatenbank werden die Stoffe in jeder Wirkungskategorie nach einer Dreierkategorisierung (ABC-Prinzip: A = hohes, B = mittleres, C = geringes Belastungs-/ Gefährdungspotenzial) klassifiziert. Mit Hilfe dieser Klassifizierung werden die Massenströme gewichtet.

Betrachtet werden sowohl die Wirkungspotenziale der einzelnen Materialien als auch die Wirkungspotenziale der einzelnen *Wirkungskategorien*. In der Einzelstoffbetrachtung werden zunächst die kritischen Stoffe identifiziert. Darauf hin werden ökologisch besonders zu beachtende Stoffe identifiziert, indem die so genannten *Massenindices* mit Wichtungsfaktoren multipliziert werden.

Die Wirkungspotenziale der einzelnen Wirkungskategorien werden sowohl qualitativ als auch quantitativ analysiert und bewertet. Die quantitative Bewertung ist praktisch identisch mit der Ermittlung der Wirkungspotenziale der einzelnen Stoffe. In einem ersten Schritt werden dazu die Ströme aller Stoffe mit der gleichen ABC-Klassifizierung in den jeweiligen Kategorien summiert. Diese aggregierten Stoffströme werden anschließend entsprechend gewichtet.

Um eine Gesamtbewertung zu bewerkstelligen, werden *Umweltbewertungszahlen* ermittelt. Diese Kennzahlen lassen sich sowohl aus der Bewertung der einzelnen Stoffe als auch aus der Bewertung der einzelnen Wirkungskategorien errechnen.

Um einen angemessenen Komplexitätsgrad zu erreichen, wird der Energieverbrauch von der ökologischen Bewertung ausgeklammert. Energievorketten, die eine produzierte Energieeinheit auf die Elementarstoffströme zurückführen, stehen daher in der Sabento-Bibliothek nicht zur Verfügung.

Aus den Ergebnissen lassen sich Optimierungs- bzw. Verbesserungspotenziale eines Prozesses identifizieren. Ein Vergleich der ökologischen Bewertungsergebnisse von zwei Prozessmodellen ist – insbesondere über die Umweltbewertungszahlen – ebenfalls möglich.

Diese Bewertung ersetzt keine umfassende Sicherheits- und Gefahrenanalyse, die von Reguli-
rungsbehörden verlangt wird (z.B. beim Bau von neuen Anlagen).

Das ökologische Bewertungssystem von Sabento® wurde vom Lehrstuhl für technische Biochemie
der Universität des Saarlands im Projekt „Bewertung der Nachhaltigkeit biotechnologischer Pro-
duktion“, geleitet und koordiniert von der DECHEMA e.V., entwickelt.

2. Allgemeine Kennzahlen (Schritt 1)

Das Prozessmodell „Demo“ besitzt folgende allgemeine Kennzahlen, die die Grundlage für die Ermittlung der Umweltbewertungszahlen darstellen:

Produktstrom	=	23902	kg / Jahr
Inputstrom	=	1577288	kg / Jahr
Abfallstrom	=	1553172	kg / Jahr
Energiestrom	=	21650675951	kJ / Jahr
Inputindex	=	66	kg / kg
Abfallindex	=	65	kg / kg
Energieindex	=	905802	kJ / kg
Abwassermenge	=	1551570	kg / Jahr

3. Identifizierung von kritischen Stoffen (Schritt 2)

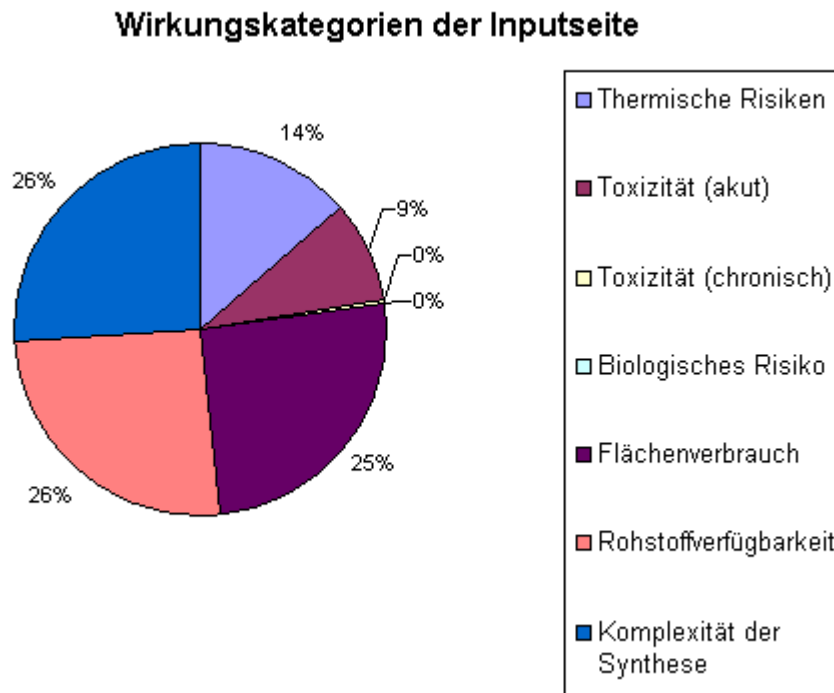
Die Identifizierung von kritischen Stoffen, d.h. solchen Stoffen, die in mindestens einer Kategorie in die Klasse A fallen, dient als qualitative Information und vermittelt so einen ersten Überblick über eventuelle Optimierungspotenziale.

Folgende A-Stoffe befinden sich in der Sachbilanz:

Stoff / Wirkungskategorie	Beschreibung
Dampf, 10 bar [kg]	
Thermische Risiken	Einhaltung Sicherheitsstandards
Dampf, 4 bar [kg]	
Thermische Risiken	Einhaltung Sicherheitsstandards
Salpetersäure	
Thermische Risiken	Einhaltung GLP
Toxizität (akut)	Einhaltung GLP
Natriumhydroxid	
Thermische Risiken	Einhaltung GLP
Toxizität (akut)	Einhaltung GLP
Acrolein	
Toxizität (akut)	Einhaltung GLP
Toxizität (chronisch)	Einhaltung GLP
Kaliumhydroxid	
Toxizität (akut)	Einhaltung GLP
Schwefelsäure	
Toxizität (akut)	Einhaltung GLP
Biomasse (bakteriell)	
Eutrophierung	Keine Direkteinleitung

4. Quantitative Bewertung der einzelnen Wirkungskategorien (Schritt 3)

Die Ermittlung der Wirkungspotenziale der einzelnen Wirkungskategorien folgt der Methode der Ermittlung der Wirkungspotenziale der einzelnen Stoffe. In diesem Falle werden jedoch die Massen aller Stoffe in einer Klasse für die jeweilige Kategorie summiert. Die Summen werden dann wieder entsprechend gewichtet. In den beiden folgenden Abbildungen sind die Wirkungspotenziale



der Wirkungskategorien für die Input- und Outputseite dargestellt.

Abbildung 5: Wirkungspotenziale der Wirkungskategorien (Inputseite)

Wirkungskategorien der Outputseite

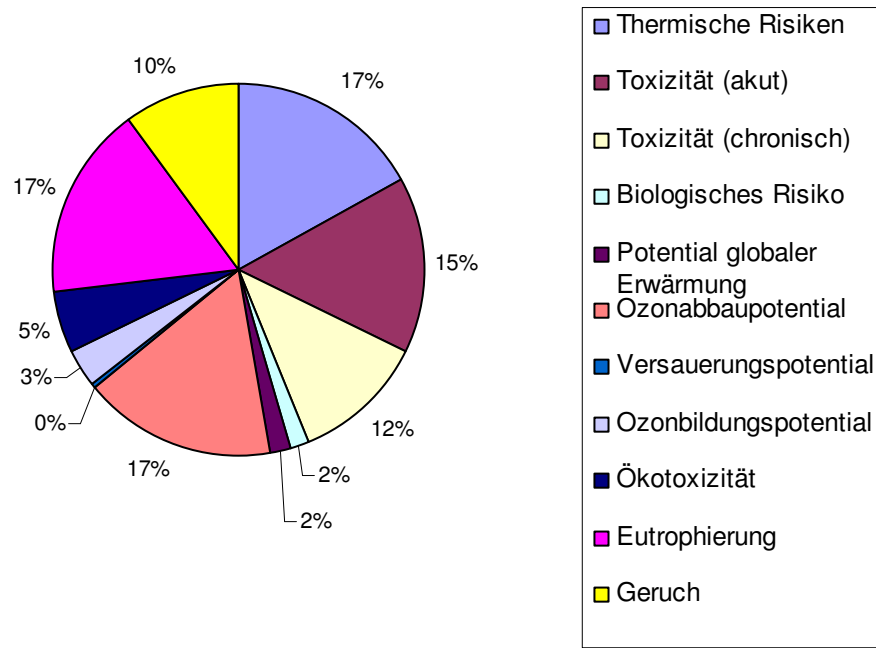


Abbildung 6: Wirkungspotenziale der Wirkungskategorien (Outputseite)

5. Umweltbewertungszahlen (Schritt 4)

Es gibt unterschiedliche Auffassungen dahingehend, ob und wie stark sich die Bedeutungen der einzelnen Wirkungskategorien hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Umwelt voneinander unterscheiden. Die Standardwichtungsfaktoren von Sabento® können daher angepasst werden. Dargestellt werden die Umweltbewertungszahlen aus der Berechnung mit den nutzerspezifischen Wichtungsfaktoren.

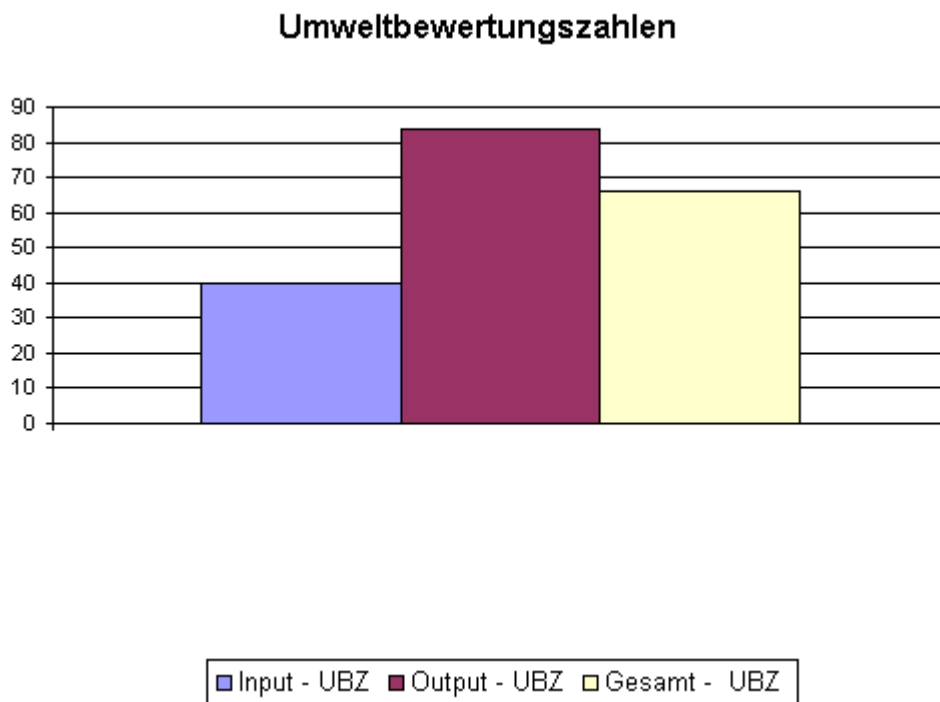


Abbildung 5: Umweltbewertungszahlen mit nutzerspezifischen Wichtungsfaktoren

6. Dokumentation der verwendeten Wichtungsfaktoren

Zur Ermittlung der Umweltindices werden die entsprechenden Wichtungsfaktoren für alle Wirkungskategorien nach folgender Gleichung ermittelt:

$$WF = B^\alpha$$

Dabei ist B die verwendete Basis (Default-Wert = 10) und α der durch die Klassenzuordnung bestimmte Exponent. Die Standardwerte sind:

Klasse A $\rightarrow \alpha = 2$; Klasse B $\rightarrow \alpha = 1$; Klasse C $\rightarrow \alpha = 0$)

Für die aktuelle Bewertung werden folgende Werte verwendet:

Basis: B = 10

Exponenten: Klasse A $\rightarrow \alpha = 2$; Klasse B $\rightarrow \alpha = 1$; Klasse C $\rightarrow \alpha = 0$.

Die Wichtungsfaktoren und ihre Zugehörigkeit zur Gruppe Umwelt, Gesundheit oder Sicherheit (Environment, Health, Safety) sind in Tabellen 1 – 4 aufgelistet.

Wirkungskategorie Input	Wichtungskoeffizient	EHS
Thermal Risk	100	S
Acute Toxicity	100	H
Chronic Toxicity	100	H
Biological Risk	100	H
Land Use	90	E
Raw Material Availability	75	E
Complexity of the Synthesis	50	E
Summe	615	

Tabelle 1: Wichtungsfaktoren der Wirkungskategorie für die Inputseite (Standardwerte)

Wirkungskategorie Output	Wichtungskoeffizient	EHS
Thermal Risk	100	S
Acute Toxicity	100	H
Chronic Toxicity	100	H
Biological Risk	100	H
Ecotoxicity	80	E
Global Warming Potential (GWP)	100	E
Ozone Depletion Potential (ODP)	66	E
Acidification Potential (AP)	66	E
Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)	33	E
Odour	33	E
Eutrophication Potential	75	E
Summe	853	

Tabelle 2: Wichtungsfaktoren der Wirkungskategorie für die Outputseite (Standardwerte)

Wirkungskategorie Input	Wichtungskoeffizient	EHS
Thermal Risk	100	S
Acute Toxicity	100	H
Chronic Toxicity	100	H
Biological Risk	100	H
Land Use	90	E
Raw Material Availability	75	E
Complexity of the Synthesis	50	E
Summe	615	

Tabelle 3: Wichtungsfaktoren der Wirkungskategorie für die Inputseite (Anwender-Werte)

Wirkungskategorie Output	Wichtungskoeffizient	EHS
Thermal Risk	100	S
Acute Toxicity	100	H
Chronic Toxicity	100	H
Biological Risk	100	H
Ecotoxicity	80	E
Global Warming Potential (GWP)	100	E
Ozone Depletion Potential (ODP)	66	E
Acidification Potential (AP)	66	E
Photochemical Ozone Creation Potential (POCP)	33	E
Odour	33	E
Eutrophication Potential	75	E
Summe	853	

Tabelle 4: Wichtungsfaktoren der Wirkungskategorie für die Outputseite (Anwender-Werte)

Die ermittelten Belastungspotenziale werden evtl. nach den EHS-Kriterien aufgeschlüsselt dargestellt. Die Standardwerte der EHS-Wichtungsfaktoren sind:

E = 60%, H = 27%, S = 13%

Für die aktuelle Bewertung werden folgende Werte verwendet:

E = 60%, H = 27%, S = 13%

Mit einer Wichtung von Input- und Outputseite (Originalwerte 40:60, Anwenderwerte 40:60) werden die beiden Werte in eine Gesamtumweltbewertungskennzahl überführt.