

Methode zur Abschätzung von Ökobilanz für Großanlagen auf Basis von Kleinanlagen

Maiya Shibasaki

Ganzheitlichen Bilanzierung

Hauptstrasse 113

70771 Leinfelden-Echterdingen

Tel: 0711-489999-24

E-mail: maiya.shibasaki@lbp.uni-stuttgart.de

Ökobilanzanalysen werden oft an Mini-, Pilot- oder Kleinanlagen durchgeführt. Dies ist insbesondere der Fall, wenn Ökobilanzanalysen in der Entwicklungsphase von Anlagen, Technologien oder Systeme durchgeführt werden. Da eine Ökobilanzanalyse auf direkt aufgenommene Daten von Anlagen oder Technologien, d.h. Mini-, Pilot- oder Kleinanlagen, beruhen, spiegelt dessen Ergebnis das umweltliche Profil der betrachtenden Anlage im Entwicklungsstand wieder, aber nicht das der endgültigen Produktionsanlage.

Oft werden dennoch Ökobilanzergebnissen von Mini-, Pilot- oder Kleinanlagen auf Produktions- oder Industrieanlagen übertragen. Es werden sogar diese Ergebnisse in Vergleichsstudien mit Anlagen oder Technologien gegenübergestellt, die wesentlich höheren Entwicklungsstand haben. Dabei muss berücksichtigt werden, dass bei einem „Scale up“ von Anlagen verschiedene umweltlich relevante Effekte ausgelöst werden können. Diese Effekte werden nicht oder nur teilweise und unsystematisch berücksichtigt.

Im Rahmen dieser Dissertation wird eine Methode erstellt, die eine systematische und konsistente Abschätzung der Ökobilanz von Großanlagen auf Basis der Ökobilanzanalysen von Mini-, Pilot- oder Kleinanlagen ermöglicht. Hierbei werden prozessinhärente Effekte, Synergien zwischen Prozessen sowie Auslastung je Prozessschritt im Prozessnetz bezüglich ihrer Umwelteffekte berücksichtigt. Die Methode ermöglicht es bereits im frühen Stadium der Anlagenentwicklung ökobilanzielle Aussagen im Bezug auf eine spätere Massenfertigung zu treffen. Umweltliche Probleme können so frühzeitig erkannt und bereits in der Planung vermieden werden. So können umweltliche Maßnahmen bereits im frühen Stadium der Entwicklung durchgeführt werden, in dem technische Änderungen mit geringem Aufwand implementiert werden können. Außerdem können die Ergebnisse als Marketingargument zur Einführung des neuen Verfahrens / Produktes genutzt werden.

Keywords: Scale Up, DfE, Kleinanlagen




Ökobilanz Werkstatt

Methode zur Prognose von Ökobilanz für
Großanlagen auf Basis von Pilotanlagen

Maiya Shibasaki
22.06.2006



Ganzheitliche Bilanzierung
Lehrstuhl für Bauphysik
Universität Stuttgart



1



Ganzheitliche Bilanzierung
Lehrstuhl für Bauphysik
Universität Stuttgart



Inhalt

<p>Inhalt</p> <p>Motivation</p> <p>Ziel</p> <p>Methode</p> <p style="padding-left: 20px;">Prozess</p> <p style="padding-left: 20px;">Prozesskette</p> <p style="padding-left: 20px;">Standort</p> <p>Fazit & Diskussion</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation • Ziel der Arbeit • Methode • Fazit • Diskussion
---	---

2

Motivation

Inhalt

Motivation

Ziel

Methode

Prozess

Prozesskette

Standort

Fazit & Diskussion

- Ökobilanzen in Forschungs- und Entwicklungsprojekten basieren oft auf **Pilotanlagen**.
- Bei einer Weiterentwicklung vom Pilotanlage zur Großanlage können signifikante **Änderungen** erfolgen.
- Bei **Vergleichsstudien** vor allem mit konventionellen, bereits in Großmaß vorhandenen Systemen, ist der Entwicklungsstand und damit das Gesamtergebnis nicht vergleichbar (Vergleich von Pilotanlage und Großserienanlagen).
- **Keine systematische Vorgehensweise vorhanden**, um ein Scale up von LCA Ergebnisse von Pilotanlagen auf Großanlagen zu ermöglichen.

3

Motivation

Inhalt

Motivation

Ziel

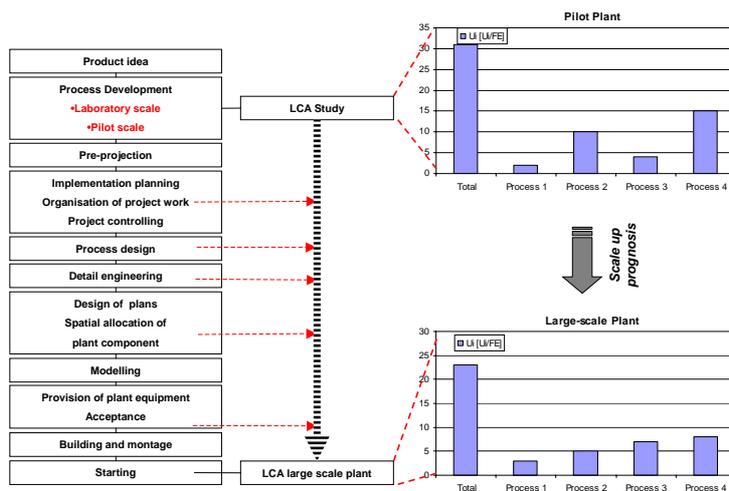
Methode

Prozess

Prozesskette

Standort

Fazit & Diskussion



4

Gerhardische Bilanzierung
Lehrstuhl für Bauphysik
Universität Stuttgart

Beispiel Pilotanlage zu Großanlage

Inhalt

Motivation

Ziel

Methode

Prozess

Prozesskette

Standort

Fazit & Diskussion

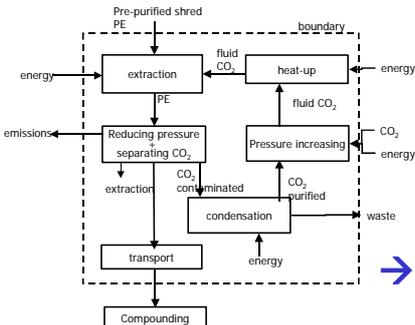
- FTP Projekt (BMBF)
- Ziel: Reinigung von kontaminierten PE-HD Materialien (KKB) mit Extraktion im EoL



1. Stufe: Pilotanlage mit **5L** (19 kg CO₂* / kg Kunststoff)

2. Stufe: Großanlage mit **240L** (17 kg CO₂* / kg Kunststoff)

*Extraktionsmittel



➔ Unterschied in LCA Ergebnisse

5

Gerhardische Bilanzierung
Lehrstuhl für Bauphysik
Universität Stuttgart

Ziel

Inhalt

Motivation

Ziel

Methode

Prozess

Prozesskette

Standort

Fazit & Diskussion

Ziel: Entwicklung einer systematischen Vorgehensweise zur Prognose von LCA Großanlagen auf Basis von LCA Pilotanlagen

Randbedingungen:

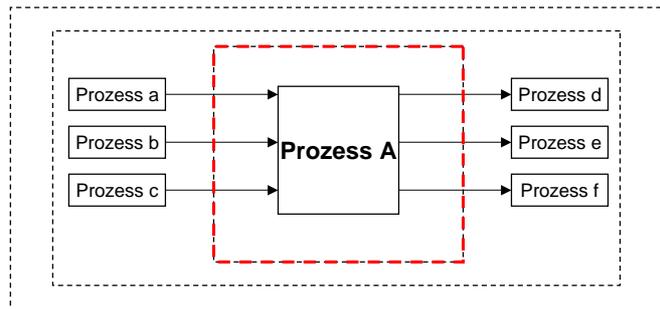
- **Modulare LCA** von Pilotanlagen vorhanden.
- Enge Zusammenarbeit mit Anlagenhersteller/ -betreiber.
- **Randbedingung** der Großanlage bekannt.
- **Physikalische Grundprinzipien** unverändert.
- Grundlegende **Prozessparameter** bleiben gleich.
- ...

6

Methodischer Ansatz

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
Prozess
Prozesskette
Standort
Fazit & Diskussion

- 3 stufiges Vorgehen
 1. System „Prozess/ Grundoperation“
 2. System „Prozesskette“
 3. System „Standort“



7

Methodischer Ansatz

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
Prozess
Prozesskette
Standort
Fazit & Diskussion

- Allgemein gültige Universallösung nicht möglich
 - Identifikation von Änderungen
 - Unterschiedliches Verhalten je nach GO
 - Unterschiedliches Verhalten je nach Stoff/ Material
- Differenzierung/ Klassifizierung nach GO/ Stoff
- Betrachtung von mechanisch & thermisch verfahrenstechnische **Grundoperationen (GO)**.
 - Mechanisch
Fördern, Lagern, Mischen, Agglomeration, Trennen, Zerkleinern
 - Thermisch
Wärmeübertragung, Verdampfen, Trocknen, Kristallisation, Destillation, Rektifikation, Extraktion

8

System „Prozess“

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
Prozess
Prozesskette
Standort
Fazit & Diskussion

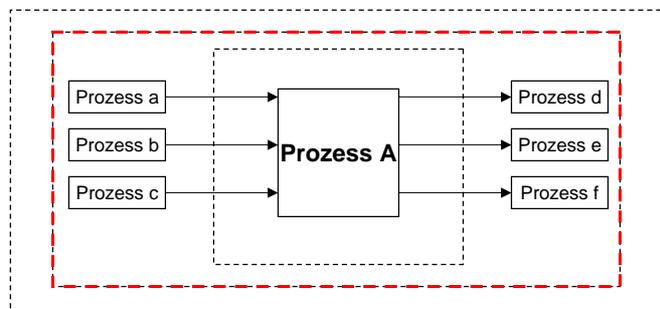
- In-/ Outputs betrachten
- Prozessinhärente Effekte
 - Materialeffizienz
 - Energieeffizienz
- Aus bekannten Größen und auf Basis von Pilotanlagen Ermittlung von Scale-Up Kennzahlen zur Bestimmung von In-/ Outputs für jeweilige GO
 - $m_{i \text{ Großanlage}} = f(m_{i \text{ Pilotanlage}})$
 - Energieverbrauch aus Dimensionsanalyse z.B. „Mischen“ bei gleichen physikalischen Randbedingungen (für Schraubenrührer)
Energie $P \sim d^{0,45} | 3,55 \rho g$
 - Thermische GO Wärmeverlust relevant

9

System „Prozesskette“

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
Prozess
Prozesskette
Standort
Fazit & Diskussion

- 3 stufiges Vorgehen
 1. System „Prozess/ Grundoperation“
 2. System „Prozesskette“
 3. System „Standort“



10

System „Prozesskette“

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
Prozess
Prozesskette
Standort
Fazit & Diskussion

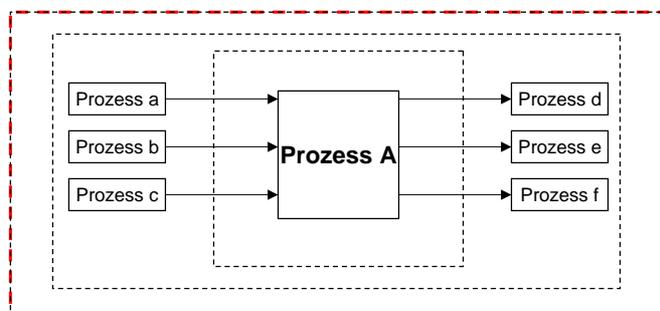
- Vor-/Nachketten
 - thermische, elektrische Energie?
 - Abfall oder Co-Produkt...
 - Allokation, Systemraumerweiterung
- Synergieeffekte
 - interne Verwendung von Abwärme, Abfälle...
 - Reduktion Input
- Prozessauslastung
 - Energieverbrauch einer Anlage
 - Je nach GO unterschiedlich relevant
 - Z.B. für Rührer wenig relevant, für Ofen relevant
 - Standby, Leerlauf...

11

System „Standort“

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
Prozess
Prozesskette
Standort
Fazit & Diskussion

- 3 stufiges Vorgehen
 1. System „Prozess/ Grundoperation“
 2. System „Prozesskette“
 3. System „Standort“



12

System „Standort“

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
 Prozess
 Prozesskette
 Standort
Fazit & Diskussion

- Ortsabhängige Faktoren
 - Entfernung (Vorprodukt; Abfall; Produkt)
 - Transportmittel (Vorprodukt; Abfall; Produkt)
 - Energiebereitstellung
 - Umweltgesetze: Emissionsgrenzwerte
Abfallbehandlung
- Oft Transport vernachlässigt
- Relevanzanalyse für Transport/ Entfernung

13

Fazit & Diskussion

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
 Prozess
 Prozesskette
 Standort
Fazit & Diskussion

- Scale Up Prognose ist möglich
- zu berücksichtigende Schritte
 - Prozessinhärente Effekte
 - Materialeffizienz, Produktionsmenge (Menge In-/ Outputs)
 - Energieeffizienz
 - Prozessketten und Abhängigkeiten zw. Prozessen
 - Technologie für Vor-/Nachketten
- Standort
 - Relevanzanalyse Transport/ Energie

14

Fazit & Diskussion

Inhalt
Motivation
Ziel
Methode
 Prozess
 Prozesskette
 Standort
Fazit & Diskussion

- System „Prozess“
 - Für jede GO und Apparatetyp jeweils Analyse
($P \sim d^{0,45} |^{3,55} \rho g$)
Alternativen?
 - z.B. für thermische Energie ist Energieverlust
(Wärmeverlust) relevant
$$\dot{Q}_w = k_\phi * A_\phi * (T - T_U) + \epsilon_{\text{Stahl}} * \sigma * A_\phi * T^4$$

zusätzlich zur Geometrie, Änderung in k_ϕ ; $\epsilon_{\text{Material}}$
- System „Standort“
 - Transport (wo liegt die Grenze? Fertiges Produkt, Kunde, Deponie?)

15

Thank you for your attention

16