



Doctoral Thesis

## Oekoeffizienter Einsatz von Primär- und Recyclingstoffen für die Papier- und Kartonherstellung

**Author(s):**

Fallscheer, Frieder Christian

**Publication Date:**

1997

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001854456> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 12341

# **Ökoeffizienter Einsatz von Primär- und Recyclingstoffen für die Papier- und Kartonherstellung**

**ABHANDLUNG  
zur Erlangung des Titels  
DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE  
ZÜRICH**

**vorgelegt von**

**FRIEDER CHRISTIAN FALLSCHEER**

**Dipl. Chem.-Ing. ETH  
geboren am 15. Mai 1968  
von Minusio / TI**

**Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. F. Widmer, Referent  
Dr. W. Isler, Korreferent  
Prof. Dr. Ph. Rudolf von Rohr, Korreferent**

**Zürich 1997**

## Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Umweltverträglichkeit des Recyclingvorganges von Papier und Kartonprodukten. Papier wird in der Schweiz und in vielen anderen Ländern in grossen Mengen hergestellt und verbraucht. Dementsprechend fällt auch eine grosse Menge an Altpapier an. Es stellt sich die Frage, ob es ökologisch sinnvoll ist anfallendes Altpapier stofflich zu rezyklieren oder ob es besser verbrannt und neues Papier aus Frischfaser hergestellt werden soll. Eine Verfahrensmethode, welche zu einem Masterplan führt, wurde entwickelt um diese Frage für die einzelnen Fälle zu beantworten.

Grundlage des Vorgehens ist die Ökobilanz der zu untersuchenden Fälle. In dieser Arbeit wurden die Faserstoffflüsse der Papierwirtschaft untersucht und für ausgesuchte Anwendungen (Funktionseinheiten) von Papier- und Kartonprodukten eine Ökobilanz nach der CML-Methode erstellt. Als Datenbasis für die erstellte Ökobilanz wurde zum grössten Teil die vom BUWAL als SRU Nr. 250 (*Habersatter et al., 1996*) veröffentlichten Ökoinventare verwendet.

Um die durch die Ökobilanz berechnete Umweltbelastung mit dem Nutzen des hergestellten Produktes zu vergleichen, wurde die Ökoeffizienz als Verhältnis zwischen Nutzen des Produktes und Umweltbelastung durch den Lebensweg des Produktes eingeführt. Ein Masterplan wurde entwickelt, welcher es erlaubt die Ökoeffizienz eines verketteten Systems zu optimieren, indem er die Grösse der Flüsse des Systems anpasst. Für die Papierwirtschaft besteht das verkettete System aus den verschiedenen Prozessen zur Herstellung von Faserstoffen (Frischfaser sowie Altfaser) und den entsprechenden Papier- bzw. Kartonherstellungsprozessen. Diese Prozesse sind durch Faserstoffflüsse miteinander verkettet.

Werden die CML-Belastungseffekte untersucht, so hat sich gezeigt, dass der Abbau biotischer Ressourcen und der Abbau der Ozonschicht für die betrachtete Papierindustrie vernachlässigt werden können. Der Treibhauseffekt und der Abbau abiotischer Ressourcen haben den grössten Einfluss der CML-Belastungseffekte auf die Umweltbelastung. Einen weiteren sehr grossen Einfluss auf die Ökoeffizienz hat die Wahl des Anwendungszwecks der einzelnen Produkte.

Es kann bestimmt werden, welche Faserstoffe in welcher Menge für einen bestimmten Zweck eingesetzt werden sollen, so dass die Ökoeffizienz möglichst gross ist. Indem mehrere Anwendungszwecke gleichzeitig betrachtet werden, können auch grössere Systeme, wie z.B. ganze Länder, untersucht werden. Es hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist, Anwendungszwecke zu Gruppen zusammenzufügen, damit das sonst zu komplexe System vereinfacht wird.

Die entwickelte Methode kann mit verschiedenen Ökobilanzierungsmethoden angewendet werden. Die gefundenen Resultate können zwar, je nach gewählter Methoden voneinander abweichen, da die verschiedenen Methoden verschiedene Schwerpunkte der Umweltbelastung legen, aber eine Konvergenz der Resultate ist bei umfangreichen Untersuchungen zu beobachten. Es konnte festgestellt werden, dass die Hauptbelastung durch den Treibhauseffekt und den Abbau abiotischer Ressourcen gegeben ist.

## Abstract

This work deals with the environmental burden of the recycling process of paper and board products. Paper and board is produced and consumed in Switzerland as well as in many other countries in big quantities. Accordingly also a big amount of used paper arises. Point is whether recycling or burning used paper and producing virgin fiber paper is ecologically better. A method was developed to analyze this point for different cases.

Prerequisite for this method is that a life cycle analysis is made for all cases, which should be considered. In the present work fiber flows and fiber products were considered for selected uses (functional units) of these products. A life cycle analysis was made by using the CML-Method. As inventory for this life cycle analysis principally data of the BUWAL report SRU No. 250 (*Habersatter et al., 1996*) were used.

In order to compare the environmental burden with the use of the produced product, the ecoefficiency is defined as relation between the practical use and the environmental burden of the life cycle of the product. A masterplan was developed. This masterplan optimizes the ecoefficiency of a chained up system by adapting the fiber flows of the system. For the paper industry the production of pulp and paper and the fiber flows in between is the system.

By regarding the different CML effect scores it was found, that depletion of biotic resources and the ozone depletion of the paper industry have no effect on the environmental burden. The greenhouse effect and the abiotic depletion instead have the biggest effect. The ecoefficiency is also very much influenced by the choice of the foreseen application of the product.

It is possible to define the size of fiber flows which should go into the various processes, in order to maximize the ecoefficiency. By considering many uses (functional units) at the same time, bigger systems, such as whole countries can be evaluated. It was shown that in order to simplify the system it is useful to aggregate different similar uses to groups.

The developed method can be applied by using different LCA-Method. The calculated results can differ due to different importance levels given to the environmental effects in the LCA-Methods. It was shown that by using the CML-

Method the major environmental effects for the paper industry are the enhanced greenhouse effect and the depletion of abiotic resources.