

**Life cycle assessment  
of fitted carpets  
Part 1  
From the cradle to the factory gate**

**Critical review according to ISO EN DIN 14040**

**Walter Klöpffer  
Frankfurt on Main**

**Roland Hischier  
St. Gallen**

**for  
Gesellschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. (GUT)  
Aachen**

**August 2004**

## 1 Commissioning and conduction (scheduling)

The present critical review was carried out on behalf of GUT during the period from April 2000 to August 2004. The life cycle assessment to be critically reviewed was conducted in compliance with the ISO EN DIN 14040-14043 [1a-d] series of standards. The document to which this review refers is the final report on the project of June 2004 with final corrections made on 6 August 2004. The critical review is part of this report [1a]. The final report is supplemented by a volume of materials.

Apart from the final report, the reviewers also had at their disposal preliminary versions of individual chapters as well as a draft of the final report (without the volume of materials) of April 2004. The critical review was conducted as an **accompanying review**, i.e., the reviewers were involved in an advisory capacity already when the goal and the scope of the study [1a] were specified and they advocated a wide-ranging change of the goal with respect to the system limits: the life cycle assessment, which originally was planned as “cradle-to-grave“, was restricted to "cradle-to-factory gate", which has now found its expression also in the subtitle of the study. This, however, does not lessen the value of the results, but on the contrary forms a basis for detailed future studies, which – involving the life cycle sections 'use' and 'disposal/recycling' – will constitute wider-ranging comparative life cycle assessments for special products. Amongst others, the partial life cycle assessments worked out within the framework of this critical review may be used as a data source for ecological optimisation or product selection.

The study reviewed was carried out by employees of Deutsches Teppich-Forschungsinstitut e.V., of Aachen (= originators). The work was done in an open and friendly atmosphere, the documents required were willingly made available at any time. The initiators of the project (GUT) were involved in all technical decisions and showed a particular interest in a technically satisfactory conduction of the project, making substantial schedule-related concessions resulting primarily from difficult data procurement. The relationship triangle originators-reviewers-commissioners, which is of substantial importance for the success of both the life cycle assessment and the

critical review [2] proved to be very positive during the preparation of this critical review.

The following meetings were held:

Preliminary talks: 21 March 2000 in Aachen

1<sup>st</sup> meeting: 26 April 2001 in Frankfurt on Main

2<sup>nd</sup> meeting: 22 March 2002 in Frankfurt on Main

3<sup>rd</sup> meeting (non-scheduled): 8 May 2003 in Aachen

4<sup>th</sup> meeting: 29 April 2004 in Aachen

The present review is based on consensus of the two reviewers.

## **2 Comment on the report**

### **2.1 Test criteria**

The tests were conducted in compliance with the criteria specified in ISO EN DIN 14040 [1a] whereunder it is to be made sure that

- *the methods used in the conduction of this life cycle assessment are in line with this international standard*
- *the methods used in the conduction of this life cycle assessment have a scientific foundation and are feasible*
- *the data used are sufficient and suited in respect of the goal of the life cycle assessment*
- *the evaluation takes into account the restrictions recognised and the goal of the life cycle assessment*
- *the report is transparent and consistent.*

### **2.2 Compliance with standards**

The present life cycle assessment study was conducted in accordance with the ISO EN DIN 14040-43 [1a-d] standards. The structure provided for by framework standard 14040

1. *goal and definition of the scope of the study*
2. *life cycle inventory assessment*
3. *impact assessment*
4. *interpretation*

was observed. No noteworthy deviations from the numerous detailed regulations of the series of standards was found. The iterative procedure expressly mentioned in the framework standard, i.e., the adjustment of the goal to preliminary results of the life cycle inventory assessment, was applied in the course correction indicated in section 1. The latter is thus within the scope of the standard.

### **2.3 Scientific foundation and feasibility of the methods**

The methods used in the study are in line with the present-day development status of life cycle assessments. Where the standards do not provide binding regulations (this applies in particular to the impact assessment), tried and tested methods were employed – in the case of the impact assessment the so-called CML method [3,4]. At the TFI, several life cycle assessments have already been conducted, which puts also the study reviewed hereunder in a certain tradition. Some of the data could be collected on account of the knowledge gained when a carpet-related material flow analysis was carried out. However, it showed that the complexity and data requirement of the project reviewed hereunder exceeded that of all preceding studies by far. Therefore, the methodical simplifications made must be seen under this aspect. It thus remains within the scope of what is customary in the life cycle assessment of complex systems.

The methodical specifications that would not be permissible within the framework of a “cradle-to-grave“ study includes the definition of the functional unit as an area (1 m<sup>2</sup> of floor covering), as the function of a fitted carpet depends on its area and the period of its use. In the case of the system limit chosen hereunder, the area can be accepted as the (preliminary) functional unit. All comparisons made between the various systems in the present report are thus permissible only if the periods of use are the same (other technical aspects, i.e., the fitness of use for the respective intended purpose, being equivalent).

This must be made clear in particular to the reader who is not familiar in detail with life cycle assessments. The data obtained hereunder may be used as the starting point for comparative studies. The comparisons made between the various product systems have the sole purpose of illustrating the importance of various factors and may not by themselves be used for a product comparison.

## **2.4 Suitability of the data**

Essentially, two kinds of data that are considered to be sufficient and suited for the present study were used:

1. original data
2. generic data

The original data (1), which give the present study a particular value, were obtained from GUT member firms. Obtaining these data was difficult and time-consuming. The commissioners and the reviewers both understood that the original schedule was considerably exceeded.

In life cycle assessments – as also in the present case – generic data (2) are used for recurring processes and materials, transports and, above all, for the energy carriers and the power network. To this end, the data sources customary and suited for European conditions are resorted to.

In the report, the quality of the data is shown in tabular form and thus meets the requirements of the standard. Lacks of data (e.g., in the dyeing processes) are pointed out.

## **2.5 Interpretation**

For the purpose of interpretation, the instructions given in the ISO EN DIN 14043 standard were complied with. The data were provided with quality indices (see 2.4) and sensitivity considerations were made. There is no reason to assume that the results were over-interpreted.

Also the restrictions in respect of the system comparison caused by the selection of the system limits are indicated at the beginning of Chapter 3, and furthermore proposed wider-ranging life cycle assessments (“From the Cradle to the Grave“), in which comparisons of real fitted carpet systems are to be conducted, are pointed out. Thus, the risk of over-interpretation of the results is excluded also in this respect.

## **2.6 Transparency and consistency of the report**

The report is clear and reasoned, well readable and of excellent graphic design, provided, amongst others, with coloured diagrams. The systems analysed and the fundamentals of carpet technology are presented in detail in the introductory sections, so that even a non-expert gets a sound idea of the technology.

The transparency of the data, which was still insufficient in the intermediate reports, was improved substantially through the volume of materials and further explanations in the final version of the final report.

## **3 Final remark**

The study was conducted in compliance with the ISO EN DIN 14040-43 [1a-d] series of standards. The report is transparent and offers good readability. It should be made available to interested expert circles and, above all, be used for wider-ranging detailed studies in the form of complete life cycle assessments (“cradle-to-grave“).

Frankfurt on Main, 10 August 2004



.....

Prof. Dr. Walter Klöpffer

For the group of reviewers

## Literature

- [1a] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN): Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. Prinzipien und allgemeine Anforderungen ISO EN DIN 14040 (1997)
- [1b] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN): Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and inventory analysis. Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz ISO EN DIN 14041 (1998)
- [1c] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN): Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment (Wirkungsabschätzung). International Standard ISO EN DIN 14042 (1999)
- [1d] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN) Environmental management - Life cycle assessment - Interpretation (Auswertung).ISO EN DIN 14043 (1999)
  
- [2] Klöpffer, W.: Praktische Erfahrungen mit Critical-Review-Prozessen [Practical experience with Critical Review processes]. In: Stiftung Arbeit und Umwelt (Hrsg.): Ökobilanzen & Produktverantwortung. Dokumentation. ISBN 3-89384-041-9. Buchwerkstätten Hannover GmbH, (März 2000) 37-42
  
- [3] Heijungs, R.; Guinée, J.B.; Huppes, G.; Lamkreijer, R.M.; Udo de Haes, H.A.; Wegener Sleswijk, A.; Ansems, A.M.M.; Eggels, P.G.; van Duin, R.; de Goede, H.P.: Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide (Part 1) and Backgrounds (Part 2) October 1992, prepared by CML, TNO and B&G. Leiden 1992. English Version 1993
  
- [4] Guinée, J. et al.: Handbook of Life Cycle Assessment - Operational Guide to ISO Standards. Kluwer 2001

## Adresses of the reviewers:

Prof. Dr. Walter Klöpffer  
Editor-in-Chief, Int. Journal of  
Life Cycle Assessment  
LCA CONSULT & REVIEW  
Am Dachsberg 56E  
**D-60435 Frankfurt am Main**

Phone: (+49-(0)69) 54 80 19 35  
E-mail: walter.kloepffer@t-online.de

Roland Hischier  
Dipl. Natw. ETH  
Head of Unit Life Cycle Assessment  
EMPA St.Gallen  
Lerchenfeldstrasse 5  
**CH-9014 St. Gallen**

Phone: (+41-(0)71)274 78 47  
Fax: (+41-(0)71)274 78 62  
E-mail: roland.hischier@empa.ch

**Ökologische Bilanzierung**  
**von Teppichböden**  
**Teil 1**  
**Von der Wiege zum Fabrikator**

**Kritische Prüfung nach ISO EN DIN 14040**

**Walter Klöpffer**  
**Frankfurt am Main**

**Roland Hischier**  
**St. Gallen**

**für**  
**Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. (GUT)**  
**Aachen**

**August 2004**



## 1 Veranlassung und Ablauf

Das vorliegende kritische Gutachten wurde im Auftrag der GUT im Zeitraum April 2000 bis August 2004 durchgeführt. Die kritisch zu begleitende Ökobilanzstudie wurde nach der Normenreihe ISO EN DIN 14040-14043 [1a-d] durchgeführt. Das Dokument, auf das sich dieses Gutachten bezieht, ist der Schlussbericht des Vorhabens vom Juni 2004 mit letzten Korrekturen vom 06.08.2004. Das kritische Gutachten ist Teil dieses Berichts [1a]. Der Schlussbericht wird ergänzt durch einen Materialienband.

Außer dem Schlussbericht lagen den Gutachtern auch vorläufige Fassungen einzelner Kapitel, sowie ein Entwurf des Schlussberichts (ohne Materialienband) vom April 2004 vor. Das kritische Gutachten wurde als **begleitendes Gutachten** durchgeführt, d.h. die Gutachter waren bereits bei der Erstellung der Zielsetzung und Festlegung des Untersuchungsrahmens [1a] beratend beteiligt und befürworteten eine tief gehende Änderung der Zielsetzung in Hinblick auf die Systemgrenzen: die ursprünglich als „cradle-to-grave“ geplante Ökobilanz wurde auf "cradle-to-factory gate" eingeschränkt, was jetzt auch im Untertitel der Studie zum Ausdruck kommt. Damit ist jedoch keine Abwertung der Ergebnisse verbunden, sondern ganz im Gegenteil eine Basis für künftige Detailstudien gelegt, die für spezielle Produkte – unter Einbeziehung der Lebenswegabschnitte Gebrauch und Entsorgung/Recycling – vergleichende Ökobilanzen mit größerer Tiefenschärfe darstellen werden. Die hier erarbeiteten Teilökobilanzen können dann unter anderem als Datenquelle zur ökologischen Optimierung oder Produktauswahl dienen.

Die begutachtete Studie wurde von MitarbeiterInnen des Deutschen Teppich-Forschungsinstituts e.V., Aachen (= Ersteller) durchgeführt. Die Arbeit erfolgte in einer offenen und freundlichen Atmosphäre, die nötigen Unterlagen wurden jederzeit bereitwillig zur Verfügung gestellt. Der Auftraggeber des Projekts (GUT) war in alle fachlichen Entscheidungen einbezogen und zeigte ein besonderes Interesse an einer fachlich einwandfreien Durchführung des Vorhabens, wobei auch weit gehende zeitliche Zugeständnisse gemacht wurden, die sich vor allem durch die schwierige Datenbeschaffung ergaben. Das für den Erfolg sowohl der Ökobilanz, als auch des

kritischen Gutachten nicht unwesentliche Beziehungsdreieck Ersteller-Gutachter-Auftraggeber [2] stellte sich in dieser Arbeit sehr positiv dar.

Es wurden folgende Sitzungen durchgeführt:

Vorbesprechung: 21.03.2000 in Aachen

1. Meeting: 26.04.2001 in Frankfurt am Main

2. Meeting: 22.03.2002 in Frankfurt am Main

3. Meeting (außerplanmäßig): 08.05.2003 in Aachen

4. Meeting: 29.04.2004 in Aachen

Das vorliegende Gutachten beruht auf Konsens zwischen den beiden Gutachtern.

## **2 Stellungnahme zum Bericht**

### **2.1 Prüfungskriterien**

Geprüft wurde nach den in ISO EN DIN 14040 [1a] genannten Kriterien, es soll also sichergestellt werden, dass

- *die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden mit dieser Internationalen Norm übereinstimmt*
- *die bei der Durchführung der Ökobilanz angewendeten Methoden wissenschaftlich begründet und praktikabel sind*
- *die verwendeten Daten in Bezug auf das Ziel der Ökobilanz hinreichend und zweckmäßig sind*
- *die Auswertung die erkannten Einschränkungen und das Ziel der Ökobilanz berücksichtigen*
- *der Bericht transparent und in sich stimmig ist.*

### **2.2 Übereinstimmung mit den Normen**

Die vorliegende Ökobilanzstudie wurde nach den Normen ISO EN DIN 14040-43 [1a-d] durchgeführt. Die von der Rahmennorm 14040 vorgeschriebene Struktur

1. *Zielsetzung und Festlegung des Untersuchungsrahmens*
2. *Sachbilanz*

### 3. *Wirkungsabschätzung*

### 4. *Auswertung*

wurde beachtet. Es wurden auch keine nennenswerten Abweichungen von den zahlreichen Detailvorschriften der Normenreihe festgestellt. Das in der Rahmennorm ausdrücklich erwähnte iterative Vorgehen, d.h. die Anpassung der Zielsetzung an vorläufige Ergebnisse der Sachbilanz usw. wurde bei der in Abschnitt 1 erwähnten Kurskorrektur angewendet. Letztere liegt also im Rahmen der Norm.

## **2.3 Wissenschaftlichkeit und Praktikabilität der Methoden**

Die in der Studie angewendeten Methoden entsprechen dem heutigen Entwicklungsstand der Ökobilanzierung. An den Stellen, wo die Normen keine bindenden Vorschriften machen (dies gilt vor allem für die Wirkungsabschätzung), wurde auf bewährte Vorgehensweisen zurückgegriffen, bei der Wirkungsabschätzung die sog. CML-Methode [3,4]. Am TFI wurden bereits mehrere vergleichende Ökobilanzen durchgeführt, wodurch auch die hier begutachtete Arbeit in einer gewissen Tradition steht. Bei der Datenerhebung konnte auch teilweise auf Erfahrungen zurückgegriffen werden, die bei der Erstellung einer Stoffstromanalyse über Teppichböden gewonnen wurden. Es zeigte sich jedoch, dass das hier besprochene Projekt alle vorangegangenen Arbeiten an Komplexität und Datenbedarf weit überstieg. Die getroffenen methodischen Vereinfachungen sind daher auch unter diesem Aspekt zu sehen. Sie bleibt damit im Rahmen des bei der Ökobilanzierung komplexer Systeme Üblichen.

Zu den methodischen Festlegungen, die bei einer „cradle-to-grave“ Studie nicht erlaubt wären, gehört die Definition der funktionellen Einheit als Fläche (1 m<sup>2</sup> Bodenbelag), da die Funktion eines Teppichbodens von seiner Fläche **und** der Gebrauchsdauer abhängt. Im Falle der hier gewählten Systemgrenze kann die Fläche als (vorläufige) funktionelle Einheit akzeptiert werden. Alle im vorliegenden Bericht durchgeführten Vergleiche zwischen den unterschiedlichen Systemen sind somit nur unter dem Vorbehalt gleicher Nutzungsdauer (bei sonstiger technischer Äquivalenz, d.h. Gebrauchstüchtigkeit für den jeweils vorgesehenen Zweck) zulässig. Dies muss vor allem dem mit Ökobilanzen nicht im Detail vertrauten Leser klar gemacht werden. Die hier erarbeiteten Daten sind als Ausgangspunkt für

vergleichende Studien benutzbar. Die durchgeführten Vergleiche zwischen den verschiedenen Produkt-Systemen dienen einzig der Illustration der Wichtigkeit der verschiedenen Faktoren und sind per se nicht nutzbar für einen Produktvergleich.

## **2.4 Eignung der Daten**

Es wurden im Wesentlichen zwei Datenarten verwendet, die für die vorliegende Studie als hinreichend und zweckmäßig zu bezeichnen sind:

1. Originaldaten
2. generische Daten

Die Originaldaten (1), die der vorliegenden Studie einen besonderen Wert verleihen, wurden bei Mitgliedsfirmen der GUT erhoben. Diese Erhebung war schwierig und zeitraubend. Auftraggeber und Gutachter zeigten Verständnis, dass dadurch der ursprünglich vorgesehene Zeitrahmen weit überschritten wurde.

Generische Daten (2) werden in Ökobilanzen - und so auch hier - für immer wiederkehrende Prozesse und Materialien, Transporte und vor allem für die Energieträger und das Stromnetz eingesetzt. Dazu wurden in dieser Studie die üblichen und für europäische Verhältnisse geeigneten Datenquellen herangezogen.

Die Qualität der Daten wird im Bericht in tabellarischer Form dargestellt und erfüllt damit die Anforderung der Normen. Auf Datenlücken (z.B. bei den Färbeprozessen) wird hingewiesen.

## **2.5 Auswertung**

Bei der Auswertung wurden die Anweisungen der Norm ISO EN DIN 14043 beachtet. Die Daten wurden mit Qualitätsindizes versehen (siehe 2.4) und es wurden Sensitivitätsbetrachtungen angestellt. Es besteht kein Grund zur Annahme, dass die Ergebnisse überinterpretiert wurden.

Auch auf die Einschränkungen im Systemvergleich, die durch die Wahl der Systemgrenzen bedingt sind, wird zu Beginn von Kapitel 3 hingewiesen, und auch

auf geplante weiterführende ökobilanzielle Arbeiten („Vom Fabrikator bis zur Bahre“), in denen Vergleiche realer Teppichbodensysteme durchgeführt werden sollen. Damit ist der Gefahr einer Überinterpretation der Ergebnisse auch in dieser Hinsicht gebannt.

## **2.6   Transparenz und Stimmigkeit des Berichts**

Der Bericht ist klar und logisch aufgebaut, gut lesbar und grafisch hervorragend, u.a. mit farbigen Diagrammen, gestaltet. Die untersuchten Systeme und die Grundlagen der Teppichboden-Technologie sind in den einführenden Abschnitten ausführlich dargestellt, so dass auch der Nichtfachmann einen Überblick über die Technik erhält.

Die in den Zwischenberichten noch unzureichende Transparenz der Daten wurde durch den Materialienband und weitergehende Erläuterungen in der Endfassung des Schlussberichts erheblich verbessert.

## **3       Resümee**

Die Studie wurde nach der Normenserie ISO EN DIN 14040-43 [1a-d] durchgeführt. Der Bericht ist transparent und gut leserlich gestaltet. Er sollte den interessierten Fachkreisen zur Verfügung gestellt werden und vor allem zu weiterführenden Detailstudien in Form vollständiger Ökobilanzen („cradle-to-grave“) benützt werden.

Frankfurt am Main, 10.08.2004



.....  
Prof. Dr. Walter Klöpffer  
Für den Gutachterkreis

## Literatur

- [1a] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN): Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. Prinzipien und allgemeine Anforderungen ISO EN DIN 14040 (1997)
- [1b] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN): Environmental management - Life cycle assessment - Goal and scope definition and inventory analysis. Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz ISO EN DIN 14041 (1998)
- [1c] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN): Environmental management - Life cycle assessment - Life cycle impact assessment (Wirkungsabschätzung). International Standard ISO EN DIN 14042 (1999)
- [1d] International Standard (ISO); Norme Européenne (CEN) Environmental management - Life cycle assessment - Interpretation (Auswertung).ISO EN DIN 14043 (1999)
  
- [2] Klöpffer, W.: Praktische Erfahrungen mit Critical-Review-Prozessen. In: Stiftung Arbeit und Umwelt (Hrsg.): Ökobilanzen & Produktverantwortung. Dokumentation. ISBN 3-89384-041-9. Buchwerkstätten Hannover GmbH, (März 2000) 37-42
  
- [3] Heijungs, R.; Guinée, J.B.; Huppes, G.; Lamkreijer, R.M.; Udo de Haes, H.A.; Wegener Sleeswijk, A.; Ansems, A.M.M.; Eggels, P.G.; van Duin, R.; de Goede, H.P.: Environmental Life Cycle Assessment of Products. Guide (Part 1) and Backgrounds (Part 2) October 1992, prepared by CML, TNO and B&G. Leiden 1992. English Version 1993
  
- [4] Guinée, J. et al.: Handbook of Life Cycle Assessment - Operational Guide to ISO Standards. Kluwer 2001

## Adressen der Gutachter:

Prof. Dr. Walter Klöpffer  
Editor-in-chief, Int. Journal of  
Life Cycle Assessment  
LCA CONSULT & REVIEW  
Am Dachsberg 56E  
**D-60435 Frankfurt am Main**

Tel.: (++49-(0)69) 54 80 19 35  
E-mail: walter.kloepffer@t-online.de

Roland Hischier  
Dipl. Natw. ETH  
Head of unit Life Cycle Assessment  
EMPA St.Gallen  
Lerchenfeldstrasse 5  
**CH-9014 St. Gallen**

Tel.: (++41-(0)71)274 78 47  
Fax: (++41-(0)71)274 78 62  
E-mail: roland.hischier@empa.ch