

Barbara Nebel

Ökobilanzierung von Holzfußböden

Eine repräsentative Studie
nach ISO 14040–43 für die deutsche
Holzfußbodenindustrie



Herbert Utz Verlag · Wissenschaft
München

Umschlagbilder:
Holzforschung München
Holzwerk Dippel
Jakob Schmid Söhne GmbH & Co. KG

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte
bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugleich: Dissertation, München, Techn. Univ., 2002

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © Herbert Utz Verlag GmbH 2003

ISBN 3-8316-0136-4

Printed in Germany

Herbert Utz Verlag GmbH, München
Tel.: 089/277791-00 – Fax: 089/277791-01

Inhaltsverzeichnis

TABELLENVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
1.1	HINTERGRUND	1
1.2	WISSENSSTAND	3
1.2.1	<i>Bodenbeläge</i>	3
1.2.2	<i>Oberflächen- und Klebstoffsysteme</i>	5
1.3	MARKTSITUATION VON PARKETT.....	6
1.4	ZIELSETZUNG DER ARBEIT	9
1.5	AUFBAU DER ARBEIT	10
2	MATERIAL UND METHODE.....	11
2.1	HOLZFUßBÖDEN	11
2.1.1	<i>Geschichte und Entwicklung</i>	11
2.1.2	<i>Charakterisierung der betrachteten Holzfußbodenarten</i>	13
2.1.2.1	Parkett	14
2.1.2.2	Sonstige Holzfußböden	16
2.1.3	<i>Holzarten für die Fußbodenproduktion</i>	17
2.1.4	<i>Klebstoffe</i>	20
2.1.5	<i>Systeme für die Oberflächenbehandlung</i>	21
2.2	ÖKOLOGISCHE BEWERTUNGSMÖGLICHKEITEN.....	23
2.3	METHODE DER ÖKOBILANZIERUNG.....	29
2.3.1	<i>Der Begriff „Ökobilanz“</i>	29
2.3.2	<i>Entwicklung der Methode</i>	30
2.3.3	<i>Normen zur produktbezogenen Ökobilanzierung</i>	31
2.3.4	<i>Ziel und Untersuchungsrahmen</i>	33
2.3.5	<i>Sachbilanz</i>	37
2.3.6	<i>Wirkungsabschätzung</i>	37
2.3.7	<i>Modelle zur Wirkungsabschätzung</i>	42
2.3.7.1	Treibhauseffekt	43
2.3.7.2	Stratosphärischer Ozonabbau	45
2.3.7.3	Versauerung	48
2.3.7.4	Eutrophierung	49
2.3.7.5	Photooxidantienbildung (Sommersmog).....	51
2.3.7.6	Verbrauch natürlicher Ressourcen	54
2.3.7.7	Primärenergieeinsatz.....	57
2.3.7.8	Qualitative Auswirkungen	58
2.3.7.9	Optionale Bestandteile	58
2.3.8	<i>Auswertung</i>	61
2.4	VORGEHENSWEISE IM PROJEKT	63
2.4.1	<i>Arbeitskreis „Ökobilanz Parkett“</i>	63
2.4.2	<i>Bilanzierungssoftware GaBi</i>	64
3	ERGEBNISSE - ÖKOBILANZ HOLZFUßBÖDEN.....	65
3.1	ZIEL UND UNTERSUCHUNGSRAHMEN	65
3.1.1	<i>Ziel der Untersuchung</i>	65
3.1.2	<i>Zielgruppe</i>	66
3.1.3	<i>Systemgrenzen</i>	66

3.1.4	<i>Funktionelle Einheit</i>	67
3.1.5	<i>Referenzfluss</i>	67
3.1.6	<i>Datenqualität</i>	68
3.1.7	<i>Allokation</i>	69
3.1.8	<i>Wirkungskategorien</i>	70
3.1.9	<i>Kritische Prüfung (Critical Review)</i>	71
3.2	SACHBILANZ	72
3.2.1	<i>Forstliche Produktion</i>	74
3.2.2	<i>Rundholztransport</i>	81
3.2.3	<i>Schnittholzerzeugung</i>	81
3.2.3.1	Datenerhebung	82
3.2.3.2	Auswertung der Daten	87
3.2.4	<i>Rohfriestransport</i>	89
3.2.5	<i>Fußbodenproduktion</i>	90
3.2.5.1	Datenerhebung	90
3.2.5.2	Auswertung der Daten des Moduls Fußbodenproduktion	106
3.2.6	<i>Auslieferung</i>	114
3.2.7	<i>Verlegung</i>	115
3.2.7.1	Handwerk	115
3.2.7.2	Ergebnisse im Submodul Verlegung	117
3.2.7.3	Klebstoff- und Oberflächensysteme	122
3.2.8	<i>Nutzungsphase</i>	124
3.2.8.1	Nutzungsdauer	124
3.2.8.2	Reinigung und Pflege	127
3.2.9	<i>Renovierung</i>	127
3.2.10	<i>Ausbau und Verwertung der Holzfußböden</i>	128
3.2.10.1	Ausbau und Gebrauchtholztransport	129
3.2.10.2	Verwertung	129
3.2.11	<i>Systemerweiterung</i>	132
3.3	WIRKUNGSABSCHÄTZUNG UND AUSWERTUNG	133
3.3.1	<i>Wirkungsabschätzung und Bestimmung der signifikanten Parameter</i>	133
3.3.1.1	Primärenergieverbrauch	134
3.3.1.2	Treibhauseffekt	139
3.3.1.3	Versauerung	141
3.3.1.4	Eutrophierung	144
3.3.1.5	Ozonabbau	145
3.3.1.6	Bildung von Photooxidantien	147
3.3.2	<i>Sensitivitätsanalyse</i>	150
3.3.2.1	Emissionen aus der Rohfriestrocknung	150
3.3.2.2	Baustellengröße	151
3.3.2.3	Länge des Betrachtungszeitraumes	152
3.3.2.4	Reinigung	152
3.3.2.5	Anlieferung zur Thermischen Verwertung	153
3.3.2.6	Anlage für die Thermische Verwertung	154
3.3.2.7	Verschiedene Klebstoffe und Lacke bei der Verlegung und Oberflächenbehandlung	154
3.3.2.8	Schwimmende Verlegung von Mehrschichtparkett	156
4	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	159
4.1	UNTERSUCHUNGSRAHMEN	159
4.2	SACHBILANZ	162
4.3	WIRKUNGSABSCHÄTZUNG UND AUSWIRKUNG	163
4.4	SCHWACHSTELLENANALYSE	164
4.5	NORMIERUNG DER ERGEBNISSE	166
5	ZUSAMMENFASSUNG	169
6	LITERATURVERZEICHNIS	170
	GLOSSAR	190

1 Einleitung

1.1 Hintergrund

Machet Euch die Erde untertan! (Genesis 1,28)

Noch nie hat die Menschheit eine Aufforderung so wörtlich genommen und gewissermaßen auch so missverstanden wie diese. Die Eingriffe in das gewachsene ökologische Gleichgewicht nehmen seit der Industrialisierung Mitte des 19. Jahrhunderts Ausmaße an, die inzwischen auch die Menschheit bedrohen: Ozonloch, anthropogener Treibhauseffekt, saurer Regen sowie Verluste der Biodiversität sind nur die offensichtlichsten Beispiele.

Inzwischen sind die Schädigungen soweit fortgeschritten, dass die mangelnde Vernunft durch gesetzliche Schranken ersetzt werden muss. Eine funktionierende und wachsende Wirtschaft ist zwar als Lebensgrundlage notwendig, jedoch sollte diese, wie es die Brundtland Commission 1972 in ihrem Report „Our Common Future“ vorschlug, ein „sustainable development“ verfolgen: Der Mensch als Teil der Natur, der die Erde auch für seine Nachkommen als Lebensraum erhält (Brundtland Commission 1972).

20 Jahre später verabschiedeten schließlich 180 Staaten im Rahmen der Umweltkonferenz in Rio 1992 die Agenda 21 unter dem Leitbild der Nachhaltigkeit. Die Idee der nachhaltigen Entwicklung ist jedoch wesentlich älter. Schon 1713 schrieb Hans Carl von Carlowitz, dass man Holz „mit Behutsamkeit“ nutzen müsse, sodass „eine Gleichheit zwischen An- und Zuwachs und dem Abtrieb des Holtzes erfolget“ und die Nutzung „immerwährend“, „continuirlich“ und „perpetuirlich“ stattfinden könne (in Grober 1999). Es waren also die Forstleute in der Goethezeit, die den Gedanken der Nachhaltigkeit zur Basis ihrer Wissenschaft erklärten. Aber auch die damaligen Denker handelten eher aus wirtschaftlichen als aus ökologischen Motiven: die Ressource Holz wurde knapp.

Seit dem 19. Jahrhundert ist die Nachhaltigkeit ein fester Grundsatz der Deutschen Forstwirtschaft, die einen der wichtigsten nachwachsenden Bau- und Werkstoffe zur Verfügung stellt. Die Nutzungsmöglichkeiten reichen vom Häuserbau, über die Fertigung von Möbeln und Ausstattungselementen bis hin zur Papierherstellung und Energiegewinnung.

Der Verband der Deutschen Parkettindustrie schätzt, dass 800.000 bis 900.000 m³ (vdp 2001a), also rund 2 % des Holzeinschlages in Deutschland

(ZMP 2001) in die Holzfußbodenindustrie fließen. Dabei konnten die Bodenbeläge aus Holz in den letzten Jahren Marktanteile gewinnen. Den Verbraucher leiten dabei verstärkt ökologische Gründe. Werbewirksam formulierte, aber nicht mit Zahlen belegte Argumente (z.B. nachwachsender Rohstoff) zeigen kaum noch Wirkung. Vielmehr werden Fakten verlangt, die die Umweltauswirkungen eines Produktes klar darstellen. Eine Umfrage des Umweltbundesamtes zeigt, dass sich immer weniger Kunden auf einfache Produktaufschriften wie „umweltfreundlich“ verlassen. Während auf dieses ungeschützte „Erkennungszeichen“ 1998 noch 47 % der Befragten vertrauten, waren es im Jahr 2000 nur noch 36 % (Kuckartz 2000). Schlagzeilen wie „Alarm im Wohnzimmer“ (Stiftung Warentest 1999) oder „Die schwarze Gefahr“ (Stiftung Warentest 2000), verunsichern jedoch die zunehmend auf Umweltprobleme sensibilisierte Bevölkerung.

Es bedarf daher wissenschaftlich belegter Aussagen, um die ökologischen Aspekte von Holzfußböden fundiert darzustellen. Hierzu ist jedoch eine gesamtheitliche Betrachtung des Produktes und seines vollständigen Lebensweges erforderlich. „Verbraucher sind zunehmend an der Welt hinter dem Produkt, das sie kaufen, interessiert. Lebenszyklus-Denken impliziert, dass jeder in der gesamten Kette eines Produktlebensweges, von der Wiege bis zur Bahre, eine Verantwortung hat und eine Rolle spielt, wenn alle relevanten externen Effekte berücksichtigt werden.“¹ (Töpfer 2000). Das geeignete Werkzeug hierfür ist die Ökobilanz.

Die Ökobilanz schätzt die Wirkungen eines Produktes und seines gesamten Lebensweges auf Umweltkategorien wie Ozonabbau, Versauerung, Sommersmog und den seit Kyoto weltweit intensiv diskutierten Treibhauseffekt. Das mit Abstand bedeutendste Treibhausgas ist Kohlendioxid. Im Jahr 1995 machte es über vier Fünftel der gesamten Treibhausemissionen der entwickelten Länder aus (UNEP 1999). Die Holzbildung entzieht der Atmosphäre Kohlendioxid und speichert es im Holz als Kohlenstoff. Besonders bei langlebigen Holzprodukten kommt dieser Speichereffekt zum Tragen und wirkt dem Treibhauseffekt entgegen (Burschel und Weber 2001, Zimmer und Wegener 2001).

¹ Übersetzung der Verfasserin. Originalzitat: „Consumers are increasingly interested in the world behind the product they buy. Life cycle thinking implies that everyone in the whole chain of a product’s life cycle, from cradle to grave, has a responsibility and a role to play, taking into account all the relevant external effects.“

1.2 Wissensstand

1.2.1 Bodenbeläge

Bereits 1994 wurde das Thema „Öko-Bilanz für Parkettfußböden – Anforderungen, Möglichkeiten“ auf der europäischen Parkett-Tagung in Berlin diskutiert. Bis heute gibt es jedoch nur wenige Arbeiten zu diesem Thema, die die Anforderungen der Normenreihe 14040-43 (Umweltmanagement - Ökobilanz - Prinzipien und allgemeine Anforderungen) erfüllen. Eine Übersicht der bisherigen Arbeiten zu Holzfußböden und anderen Bodenbelägen gibt Tabelle 1.

Eine der ersten Arbeiten zur ökologischen Betrachtung von Fußböden erstellten 1994 Potting und Blok in Utrecht. Ein Linoleumboden, ein Vinylboden und zwei verschiedene Teppichböden sind Gegenstand der Studie. Ein Holzfußboden wurde nicht untersucht.

Da die Normen zur Ökobilanzierung noch nicht verabschiedet waren, arbeiteten Potting und Blok nach der in Leiden von Heijungs (1992a) entwickelten CML-Methode (Potting und Blok 1994). Diese entspricht jedoch in den wesentlichen Punkten den zur Zeit gültigen Normen.

1995 bilanzierte Jönsson in Göteborg einen Linoleum-, einen Vinyl- und einen Dielenboden. Da in Schweden Dielenböden ohne Oberflächenbehandlung verlegt werden, fehlt dieser Punkt in der Untersuchung. Außerdem ist die Nutzungsphase nicht berücksichtigt (Jönsson 1995).

Basierend auf den ISO-Normen untersucht die Schweizer Studie „Ökologische Untersuchung von Parkettfußböden“ von Werner und Richter ein Mosaikparkett (geklebt), ein 2-schichtiges Fertigparkett (geklebt) sowie ein 3-schichtiges Fertigparkett (schwimmend verlegt). Für alle drei Parkettarten wurde lediglich eine Variante der Versiegelung, der Verlegung und der Nutzung betrachtet (Werner und Richter 1997). Die der Studie zugrunde gelegten „Schweizer Verhältnisse“ lassen sich nicht ohne Weiteres auf die Situation in Deutschland übertragen. Zum Beispiel basiert das Modul der Forstlichen Produktion auf der Schweizer Forstwirtschaft. Die in Deutschland für die Parkettproduktion eingesetzten Laubhölzer kommen jedoch zum großen Teil aus Deutschland oder anderen europäischen Nachbarländern.

Im Rahmen des Projekts „Produktökobilanzen und ihre Anwendungsmöglichkeiten im Baubereich“ wurden am Umweltbundesamt in Berlin Sachbilanzdaten für vier verschiedene Bodenbeläge erarbeitet. Es wurden elastische Beläge aus PVC und Polyolefinen sowie Linoleum und eine keramische Fliese untersucht. Die Daten beziehen sich jedoch nicht auf den gesamten Lebensweg, sondern enden mit der Produktion der Beläge. Nach Einschätzung der Autoren sind die

Ergebnisse aufgrund vorhandener Datenlücken für einen Vergleich mit anderen Studien nicht geeignet (Wittassek und Grahl 1998).

Tabelle 1: Übersicht der bisherigen Ökobilanzen zu Bodenbelägen

Institution	Autor	Jahr	Untersuchte Bodenbeläge	regionaler Bezug
Department of Science, Technology and Society - Utrecht University	Potting und Blok	1994	Linoleum, Vinylboden, Teppichboden auf Woll- und Kunstfaserbasis	Niederlande
Chalmers University of Technology, Göteborg	Jönsson	1995	Linoleum, Vinylboden, Dielenboden	Schweden
EMPA Dübendorf	Werner und Richter	1997	Mosaik- und Mehrschichtparkett	Schweiz
Umweltbundesamt, Berlin	Wittassek und Grahl	1998	PVC-Belag, Polyolefin-Belag, Linoleum-Belag, Keramische Bodenfliese	Deutschland
Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung	Günther und Langowski	1998	Elastische Bodenbeläge (textiler Bodenbelag und Parkett als Referenz)	Europa
Forschungsinstitut für Chemie und Umwelt - TU Wien	Windsperger et al.	1998	Laminat	Österreich
Trätec, Swedish Institute for wood technology research	Jarnehammer	2001	Mehrschichtparkett	Schweden

Neben PVC, Linoleum, Teppich und anderen Bodenbelägen untersuchten Günther und Langowski in der 1998 veröffentlichten Studie „Lebensweganalyse von elastischen Fußbodenbelägen“ auch einen Mehrschichtparkettboden (3 Schichten). Die Studie erfüllt aber weder die methodischen Mindeststandards der ISO 14040 ff, noch sind die Daten zu dem Holzfußboden repräsentativ. Die Aussagekraft ist daher sehr gering. Beispielsweise sind die Vorketten der Klebstoffe und Oberflächensysteme in der Studie nicht berücksichtigt. Da keine Daten aus der Sachbilanz veröffentlicht wurden, ist die erforderliche Transparenz der Studie nicht gegeben. Die Ergebnisse für das Mehrschichtparkett können somit nicht als Anhalts- oder Vergleichswerte für diese Arbeit herangezogen werden.

Auch die von Windsperger, Piringer und Steinlechner (1998) durchgeführte „Ökologische Betrachtung von Laminatfußböden“ im Auftrag des EPLF (Verband der Europäischen Laminatfußbodenhersteller e.V.) ist keine Ökobilanz im Sinne der Normenreihe 14040 ff. Die beschriebene Melaminharzbeschichtung basiert beispielsweise auf reinen Schätzwerten, und die Produktion des Dekorpapiers wird überhaupt nicht betrachtet (Windsperger et al. 1998). Als Trägermaterial wurde lediglich der Einsatz einer Spanplatte angenommen. Die heute wesentlich häufiger vorkommenden Varianten mit dem Einsatz mittel- oder hochdichter Faserplatten bleiben unberücksichtigt.

Die aktuellste Ökobilanz zu Bodenbelägen wurde am schwedischen Institut für Holztechnologieforschung (Trätek) erstellt (Jarnehammer 2001). Die Studie zum Mehrschichtparkett hält sich streng an die Normenreihe zur Ökobilanzierung ISO 14040 ff. Da es sich hierbei um eine Auftragsuntersuchung aus der Industrie handelt, konnte nur eine Zusammenfassung veröffentlicht werden. Die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse ist dadurch erschwert.

Zusammenfassend für die bisher veröffentlichten Studien lässt sich anmerken, dass die unterschiedlich gewählten Systemgrenzen, die abweichenden Rahmenbedingungen sowie die teilweise fehlende Transparenz die Möglichkeiten für eine vergleichende Betrachtung stark einschränken. Es wird jedoch deutlich, dass die Berücksichtigung der genannten Kriterien, wie sie auch von der Normenreihe 14040 ff. gefordert werden, unerlässlich ist.

1.2.2 Oberflächen- und Klebstoffsysteme

Zu den verschiedenen Oberflächensystemen liegen noch keine Ökobilanzen vor. Die Schweizer Studie „Ökologische Beurteilung von Parkettoberflächenbehandlung“ aus dem Jahr 1996 stellt in erster Linie einen Praxisvergleich dar. Die Vergleiche beziehen sich auf die Nutzungsdauer und Kennzahlen zur Toxizität (Coutalides 1997). Die Ergebnisse sind für die vorliegende Studie nicht zu verwenden.

Eine Ökobilanzierung von drei verschiedenen Klebstoffsystemen hat das Umweltbundesamt durchgeführt (Kohler et al. 2001). Die Auswahl der verschiedenen Klebstoffe erfolgte in Anlehnung an die oben genannten Fußbodenstudie des Umweltbundesamtes (Wittassek et al. 1998). Es wurde daher kein Klebstoff für Holzfußböden berücksichtigt.