



# 1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit leistet einen Beitrag zur systematischen Ökobilanzierung von komplexen Holzprodukten am Beispiel industriell hergestellter Möbel. Übergeordnete Motivation ist die Tatsache, dass das Thema Nachhaltigkeit auf nationaler und internationaler Ebene stark an Bedeutung gewinnt. Zunehmend reift die Erkenntnis der Notwendigkeit einer maßvollen Entwicklung als Grundvoraussetzung dafür, dass der Lebensstandard folgender Generationen unserem ähnlich sein kann. Eine Methode zur Bewertung der ökologischen Dimension des Nachhaltigkeitsbegriffs ist die Ökobilanzierung, welche allerdings bisher nur in sehr wenigen Studien auf Möbel angewandt wurde. In diesem Kapitel werden die Hintergründe, die zum in dieser Abhandlung bearbeiteten Forschungsansatz führen sowie dessen Zielsetzung dargestellt.

## 1.1 Hintergründe

Zunächst wird der Begriff *Nachhaltigkeit* und dessen Operationalisierung beleuchtet. Anschließend werden mögliche Motive von Unternehmen für Nachhaltigkeitsengagements dargelegt. Ferner sind die Holzwirtschaft im Allgemeinen und die Möbelindustrie im Speziellen vor dem Kontext der Umweltbewertung Gegenstand der Betrachtung.

### 1.1.1 Nachhaltigkeit und ihre Operationalisierung

Umweltschutz und insbesondere Klimaschutz sind Themen, mit denen sich Menschen täglich in den Medien konfrontiert sehen. Es wird über die Auswirkungen menschlichen Handelns berichtet, das sehr weitreichende Folgen haben kann, wie beispielsweise Dürren, Waldbrände, Überflutungen oder Kontaminierung von Umwelt und Lebensmitteln. Bereits in den 1980er Jahren war das sogenannte Waldsterben Thema intensiver Diskussionen (SCHÄFER 2012). Das Bewusstsein, dass menschliches Handeln, auch jedes Einzelnen, weitreichende Konsequenzen für die jetzige und alle nachfolgenden Generationen hat, wächst bei vielen Individuen der heutigen Gesellschaft.

In der jüngeren Vergangenheit konnte daher ein vermehrtes Interesse an Themen, die die Umwelt bzw. den Schutz der Umwelt betreffen, beobachtet werden. Etwa seit 40 Jahren werden deshalb die Ökobilanzierung und andere Methoden, die umweltliche Zusammenhänge untersuchen, entwickelt (KLÖPFFER und GRAHL 2009, S. XI, S. 7). Verbraucher, aber auch große Teile der herstellenden Industrie, zeigen mittlerweile eine ausgeprägte Sensibilität für Umweltwirkungen, die von Produkten oder Dienstleistungen ausgehen. Das Schlagwort *Nachhaltigkeit* fällt dabei immer wieder, sowohl in Medienberichten als auch in Werbung und Produktbeschreibungen. Der Nachhaltigkeitsbegriff ist zu einem so starken Instrument geworden, dass alle gesellschaftlichen Bereiche einer Prüfung auf Nachhaltigkeit werden standhalten müssen. GRUNWALD und KOPFMÜLLER (2012, S. 11) formulierten dazu: „Das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung (sustainable development) hat sich in den letzten fünfundzwanzig Jahren weltweit zu dem zentralen Begriff entwickelt, anhand dessen über die zukünftige Entwicklung der Menschheit diskutiert wird.“



## 1 Einleitung

Eine wegweisende Feststellung machte bereits im Jahr 1999 der Zukunftsforscher Rolf Kreibich. Er entwarf ein Koordinatensystem, innerhalb dessen sich seiner Ansicht nach die Zukunft der Gesellschaft maßgeblich formen wird. Eine der Bezugskordinaten ist das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung. Er stellte fest: „Das Leitbild der Nachhaltigen Entwicklung ist das plausibelste Zukunftskonzept, weil es auf die großen Herausforderungen der Gegenwart und Zukunft zukunftsfähige und realistische Antworten gibt, auch im Hinblick auf umsetzbare Strategien und Maßnahmen. Es ist realistisch und machbar, weil es viele Gewinner und nur wenige Verlierer hat und auf einen hohen gesellschaftlichen Konsens aufbauen kann“ (KREIBICH 1999). Um diese Aussage mit Inhalt zu füllen, insbesondere die Aspekte der Machbarkeit und der umsetzbaren Strategien, bedarf es auch über ein Jahrzehnt nach dieser Feststellung noch weiterer gesamtgesellschaftlicher Anstrengungen, wobei insbesondere Wissenschaft und Praxis gefordert sind.

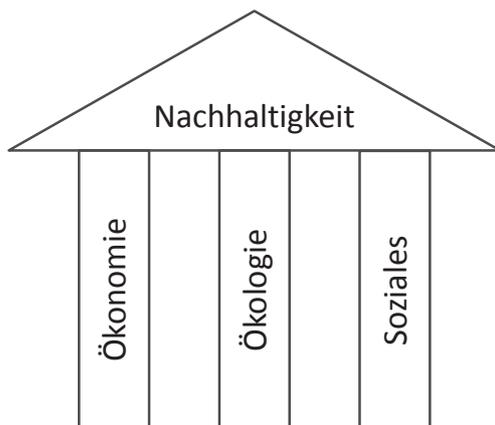
Doch was verbirgt sich hinter den oftmals synonym verwendeten Schlagworten *Nachhaltigkeit* und *nachhaltige Entwicklung*? Seinen Ursprung hat der Begriff Nachhaltigkeit in der deutschen Forstwirtschaft. Der Gedanke, der hinter dem Terminus Nachhaltigkeit steht, auch wenn er explizit noch nicht so genannt wurde, ist in bäuerlichen Kulturen seit der Antike verwurzelt (VOGT 2010, S. 114). Diesen nannte Hans Carl von Carlowitz erstmalig *nachhaltende Nutzung*. Dabei handelt es sich um eine Wortneuschöpfung, die bis dahin völlig unbekannt war (HAMBERGER 2010). Im originalen Wortlaut stellte VON CARLOWITZ (1713, S. 105 f.) fest: „Wird derhalben die größte Kunst/Wissenschaft/Fleiß/ und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen/ wie eine sothane (solche; Anm. J.L.W.) Conservation und Anbau des Holtzes anzustellen/ daß es eine continuirliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe/ weil es eine unentberliche Sache ist/ ohne welche das Land in seinem Esse (Wesen, Dasein; Anm. J.L.W.) nicht bleiben mag.“ Im Jahr 2013 wurde mit vielen Aktionen und Informationskampagnen hervorgehoben, dass die von Carlowitsch'sche Grundidee der forstlichen Nachhaltigkeit nunmehr 300 Jahre alt ist. Nachhaltigkeit in ihrer ursprünglichen Form, wie auch von Carlowitz den Begriff verstand, meint nur soviel zu nutzen, wie nachwächst. Das Vorhandene bleibt erhalten, es werden nur die Zuwächse abgeschöpft. So wird sichergestellt, dass auch zukünftige Generationen die betreffende Ressource nutzen können, indem sie ebenfalls die dann entstehenden Zuwächse nutzen (HAMBERGER 2010).

Allgemeiner formuliert wurde der Nachhaltigkeitsbegriff im sogenannten Brundtland-Bericht, in dem von nachhaltiger Entwicklung - sustainable development - gesprochen wird, als „development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs“ (BRUNDTLAND 1987, S. 43). Die hier formulierte Idee, Ressourcen zur Bedürfnisbefriedigung nur soweit zu nutzen, dass auch zukünftige Generationen ohne Schwierigkeiten ihrerseits Bedürfnisse aus der Nutzung von Ressourcen stillen können, ist die Ausweitung des von Carlowitz'schen Nachhaltigkeitsbegriffs auf jegliches menschliche Handeln.

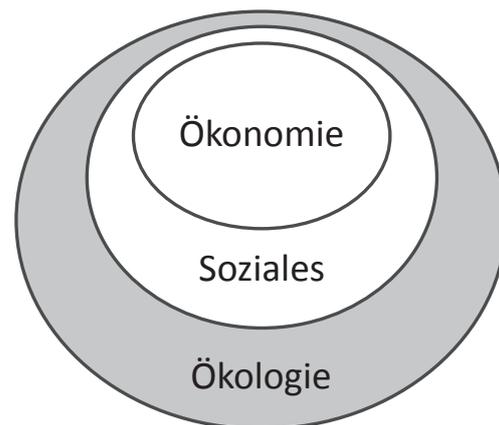
Nach diesem wegweisenden Statement wurde auf der UNO-Umweltkonferenz in Rio de Janeiro im Jahr 1992 das *sustainable development* zum Leitbild erklärt (GROBER 2002). Zu den Aspekten der nachhaltigen Entwicklung gehören sicher auch die Erforschung und Bekämpfung des durch den Menschen verursachten Klimawandels. Nach 1992 fanden jährlich sogenannte Klimakonferenzen statt. Die bekannteste dürfte wohl diejenige aus dem Jahr 1997 in Kyoto sein, wo das als Kyoto-Protokoll

bezeichnete Abkommen verabschiedet wurde, in welchem sich die Unterzeichner zur Reduktion von klimaschädlichen Gasen in der ersten sogenannten Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012 verpflichteten. Im Jahr 2011 wurde auf der Klimakonferenz in Durban eine Verlängerung des Kyoto-Protokolls mit einer zweiten Verpflichtungsperiode bis zum Jahr 2020 beschlossen (RÜTER 2013). Darüber hinaus finden auf den jährlichen Klimakonferenzen bereits Verhandlungen für ein Abkommen nach dem Jahr 2020 statt.

Das Leitbild der Nachhaltigkeit wurde präzisiert durch das sogenannte *Drei Säulen Modell*. Die drei Säulen stehen für die ökologische, ökonomische und soziale Dimension der Nachhaltigkeit. Die Gleichberechtigung der drei Säulen nebeneinander erschien nicht konstruktiv, weshalb oft betont wurde, dass nur ein ganzheitliches und integratives Konzept der Nachhaltigkeit sinnvoll ist. VOGT (2010, S. 142) führte dazu aus, dass das „[...] parataktische Verständnis des Drei Säulen Konzepts als bloßem Nebeneinander einer angeblichen Gleichrangigkeit von Ökonomie, Ökologie und Sozialem [...] die Orientierungsfunktion des Leitbildes gefährdet [...]“. Er schlug vor, einen Fokus auf die Ökologie als Ausgangspunkt der Problemanalyse zu legen und somit die Nachhaltigkeitsbetrachtung vom ökologischen Standpunkt her zu beginnen. Komplexe Zusammenhänge werden, diesem Gedanken folgend, ausgehend von der Ökologie auf ihre sozioökonomischen Auswirkungen hin untersucht.



**Abbildung 1:** Nachhaltigkeit: Dimensionen als Drei Säulen Modell (SPINDLER o. J.)



**Abbildung 2:** Nachhaltigkeit: Weiterentwickeltes Konzept zur Integration der drei Dimensionen, verändert nach SCOTT CATO (2009, S. 37)

Abbildung 1 zeigt das ursprüngliche Drei Säulen Modell, in welchem die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit unverknüpft und gleichrangig nebeneinander stehen. In Abbildung 2 ist ein erweitertes Konzept zur Vernetzung der drei Dimensionen dargestellt, wonach die Ökologie eine Grundvoraussetzung für die soziale und ökonomische Entwicklung bildet. Entscheidend dabei ist, dass die Ökologie die beiden anderen Dimensionen umschließt, da ohne eine bewohnbare Erde auch die weiteren Dimensionen des Nachhaltigkeitskonzepts sinnlos werden. Eine Gesellschaft befindet sich zwangsläufig innerhalb der natürlichen Umwelt und wirtschaftliche Aktivitäten finden wiederum innerhalb einer Gesellschaft statt (SCOTT CATO 2009, S. 37). Die Vernetzung der drei Dimensionen ist daher ein



wichtiger Kerngedanke des Nachhaltigkeitskonzepts, wobei die Ökologie als Grundvoraussetzung für Soziales und Ökonomie den Ausgangspunkt aller Untersuchungen und Betrachtungen bildet.

Doch wie misst man Nachhaltigkeit? Zu Beginn des nachhaltigen Wirtschaftens in der Forstwirtschaft, wo es um die reine Mengennachhaltigkeit ging, gegeben durch Zuwachs und Ernte, war dies relativ problemlos zu quantifizieren. Wenn es aber um komplexere Zusammenhänge geht, ist dies nicht mehr trivial. Daher existiert eine Vielzahl von Methoden, mit denen sich die unterschiedlichen Dimensionen der Nachhaltigkeit bewerten bzw. operationalisieren lassen. Angetrieben durch die oben dargelegte gedankliche Auseinandersetzung mit Belangen, die die Umwelt betreffen, entstanden ab den 1970er Jahren erste Methoden, mit denen umweltliche Zusammenhänge analysiert und verstanden werden können. Die Ökobilanzierung zur Bewertung von umweltlichen bzw. ökologischen Aspekten gehört zu den seit dieser Zeit entwickelten Methoden (KLÖPFFER und GRAHL 2009, S. 7 f.). Sie entwickelte sich seither zu einer der bedeutendsten Methoden der Umweltbewertung.

Im Englischen wird die Ökobilanzierung mit dem Begriff *Life Cycle Assessment* (LCA) beschrieben. Dieser Begriff umreißt den Kerngedanken der Ökobilanzierung, wo es mehr um die Lebenswegbetrachtung<sup>1</sup> von Produkten als um eine Bilanzierung im betriebswirtschaftlichen Sinn geht, treffender als die deutsche Bezeichnung. Das Ansinnen einer Ökobilanz, die Analyse des Lebenswegs von der Wiege bis zur Bahre, wird im englischen Begriff sofort deutlich (KLÖPFFER und GRAHL 2009, S. XIII). Der Ansatz, in Lebenszyklen zu denken, wird in der heutigen Gesellschaft zunehmend präsenter. Ausgehend von der reinen Wissenschaft, über die Anwendung in Großunternehmen wird das sogenannte Life Cycle Thinking nun auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie Konsumenten bzw. Verbrauchern praktiziert. PENNINGTON et al. (2007) formulierten dazu: „Life cycle thinking is now maturing, moving from its academic origins and limited uses primarily inhouse in large companies to more powerful approaches that can efficiently support the provision of more sustainable goods and services through efficient use in product development, external communications, in support of customer choice, and in public debates.“

Den obigen Ausführungen folgend kann die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit mit dem ständig weiterentwickelten Instrument der Ökobilanzierung untersucht und quantifiziert werden. FINKE (2008) konstatierte, dass die Ökobilanzierung eine gut geeignete Methode für diesen Zweck und damit eine essentielle Komponente der Nachhaltigkeitsbewertung ist. Auch JÄGER und KARGER (2006, S. 10 ff.) unterstrichen, dass die Ökobilanzierung als Verfahren der Nachhaltigkeitsbewertung die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit in Bezug auf den Lebensweg eines Produkts abbildet.

---

<sup>1</sup> Die Begriffe *Lebensweg* und *Lebenszyklus* werden im Rahmen dieser Arbeit synonym verwendet, obwohl sie streng genommen keine Synonyme sind. Der Grund für die synonyme Verwendung liegt in der inkonsequenten Verwendung der Begriffe in den einschlägigen Normen. In DIN EN ISO 14040 und DIN EN ISO 14044 wird der Begriff Lebensweg verwendet und in DIN EN 15804 und DIN EN 16485 wird für denselben Sachverhalt der Begriff Lebenszyklus genutzt. Daher wird in dieser Arbeit nicht zwischen den beiden Begriffen unterschieden.



Um Nachhaltigkeit umfassend zu operationalisieren, bedarf es daher allerdings zusätzlicher Methoden, die die ökonomische und soziale Dimension abbilden.<sup>2</sup>

### 1.1.2 Motivation von Unternehmen für Nachhaltigkeitsengagements

Die Gründe, sich als Unternehmen mit ökologischen Nachhaltigkeitsfragen zu beschäftigen, konkret also mit der Umsetzung von Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltleistung der eigenen Organisation, sind äußerst vielfältig. Unabhängig davon, ob produzierende Unternehmen, Dienstleister, Verwaltungen, Beratungsunternehmen oder andere sich mit dem Thema auseinandersetzen, gibt es immer wiederkehrende Motive. Der Literatur zu entnehmende Gründe, sich mit der ökologischen Komponente der Nachhaltigkeit zu beschäftigen, sind zu großen Teilen auch auf den Nachhaltigkeitsbegriff als Ganzes bzw. die anderen Dimensionen übertragbar. Einige der häufigsten Motive werden nachfolgend erläutert.

Die Studie *Green Office* (BAUER et al. 2010) thematisiert nachhaltige Bürogestaltung. Dabei wurde zunächst allgemein der Stellenwert von Nachhaltigkeit im Unternehmen untersucht, bevor auf vier Vertiefungsbereiche eingegangen worden ist<sup>3</sup>. Es wurde im allgemeinen Teil der Untersuchung die Frage gestellt: „Wie wichtig sind die folgenden Motive für die Umsetzung ökologisch nachhaltiger Maßnahmen in Ihrem Unternehmen?“ Die zu bewertenden Motive waren Kosteneinsparungen, Imagesteigerungen, Umsatzsteigerungen, Beitrag zur Umwelt- und Ressourcenschonung, Umsetzung gesetzlicher Regelungen und Richtlinien sowie Reduktion der Abhängigkeit von schwankenden Energie- und Rohstoffpreisen. Die Antworten von 234 deutschsprachigen Unternehmen aus verschiedenen Branchen und mit unterschiedlichen Betriebsgrößen konnten ausgewertet werden (BAUER et al. 2010, S. 9 f.). Das Ergebnis zeigt Abbildung 3.

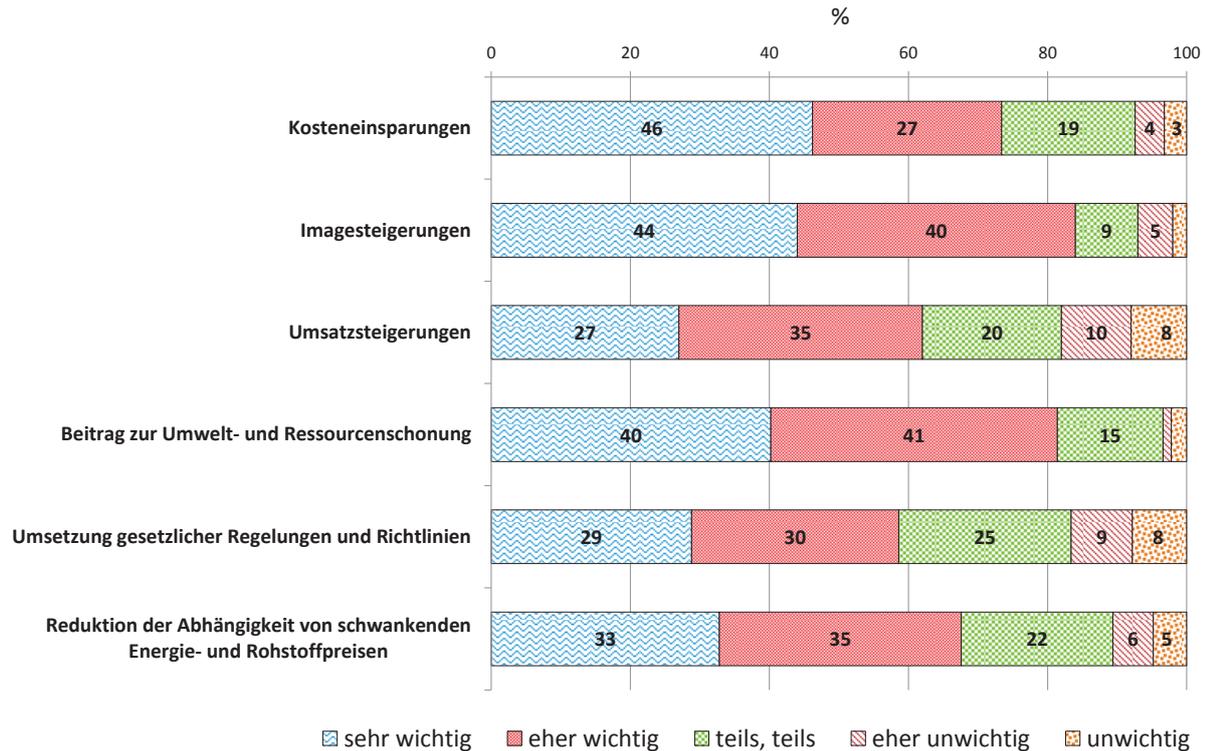
---

<sup>2</sup> Eine Übersicht über Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung geben beispielsweise die Arbeiten von JÄGER und KARGER (2006), NESS et al. (2007) sowie MEIER (2014, S. 31 ff.). Um Nachhaltigkeit vor dem Hintergrund des Lebenszyklusgedanken umfassend zu operationalisieren, sind neben der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA) für die Bewertung der ökologischen Dimension zusätzlich die Lebenszykluskostenrechnung (Life Cycle Costing, LCC) zur Bewertung der ökonomischen Dimension und die soziale Lebenszyklusanalyse (Social Life Cycle Assessment, S-LCA) zur Bewertung der sozialen Dimension notwendig. Eine umfassende Nachhaltigkeitsbewertung von Produkten stellt das Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA) als Synthese der drei lebenszyklusbasierten Bewertungsmethoden dar. Zur Übersicht als Gleichung dargestellt bedeutet dies:  $LCSA = LCA + LCC + S-LCA$  (KLÖPFER 2008). Die Entwicklung des LCSA als die Bewertung aller drei Dimensionen einschließende Methode ist gegenwärtig Stand des wissenschaftlichen Diskurses. Weitere Informationen dazu finden sich bei KLÖPFER (2003; 2008), VALDIVIA et al. (2013) sowie ZAMAGNI et al. (2013).

<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsaspekte der für Büroarbeit relevanten Themenfelder Informationstechnologie, Bauen, Raumgestaltung sowie Nutzerverhalten wurden in dieser Studie vertieft.



## 1 Einleitung



**Abbildung 3:** Wichtigkeit ausgewählter Motive für die Umsetzung ökologisch nachhaltiger Maßnahmen in Unternehmen aus diversen Branchen, n = 234 (BAUER et al. 2010, S. 14)

Die wichtigsten Motive sind demnach Imagesteigerungen (84 % haben mit sehr wichtig oder eher wichtig geantwortet), Beitrag zur Umwelt- und Ressourcenschonung (81 % sehr wichtig oder eher wichtig) und Kosteneinsparungen (73 % sehr wichtig oder eher wichtig). Besondere Erwähnung sollte die Tatsache finden, dass Kosteneinsparungen von 46 % der Befragten als sehr wichtig angegeben und damit von allen Antwortmöglichkeiten am häufigsten als sehr wichtig eingestuft wurde. Weitere relevante Beweggründe, wie z. B. Kundenanforderungen oder Synergieeffekte mit Managementsystemen aus dem Umweltbereich, wurden hier nicht thematisiert.

Für das sogenannte *Corporate Sustainability Barometer* werden die größten Unternehmen aus Deutschland regelmäßig unter anderem nach den Motiven für Nachhaltigkeitsengagements befragt. Zu den Befragten im Jahr 2012 zählten die 500 umsatzstärksten Unternehmen und weitere börsennotierte Unternehmen, sofern sie nicht ohnehin schon zu den umsatzstärksten gehörten, sowie die größten Banken und Versicherungen. Daraufhin konnten die Antworten von 152 Unternehmen ausgewertet werden (SCHALTEGGER et al. 2012, S. 15). Als stärksten Einfluss auf das Nachhaltigkeitsengagement dieser Unternehmen haben sich NGOs, Umwelt- und Sozialverbände sowie Medien und Öffentlichkeit erwiesen. Dies wird als Beleg dafür gewertet, dass bei Nachhaltigkeitsengagements dem Aufbau bzw. der Sicherung der Legitimität des unternehmerischen Handelns eine wichtige Rolle zukommt. Des Weiteren fordert auch der Markt zunehmend ein Nachhaltigkeitsengagement ein.



## 1 Einleitung

Waren in der vorhergegangenen Befragung im Jahr 2010 noch Konsumenten und Endverbraucher besonders fördernd, so sind es 2012 Wettbewerber, Kapitalgeber aber auch Ratingagenturen (SCHALTEGGER et al. 2012, S. 19 ff.).<sup>4</sup>

Diese Ergebnisse sind für Großkonzerne gültig, für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) verschieben sich die Motive möglicherweise, da sich die Rahmenbedingungen deutlich von denen der größten Unternehmen unterscheiden. Eine allgemeingültige Schlussfolgerung aus den Ergebnissen ist jedoch: „Ein Unternehmen, das im Hinblick auf Nachhaltigkeitsthemen proaktiv und marktorientiert handelt, kann nicht nur neue Märkte für sich erschließen, sondern auch auf gesellschaftlicher Ebene nachhaltige Entwicklung als Vorreiter vorantreiben“ (SCHALTEGGER et al. 2012, S. 21). Diese Erkenntnis lässt sich auch auf KMUs übertragen, da jedes Unternehmen, das proaktiv handelt, Entwicklungen und auch Rahmenbedingungen mitgestalten und damit für sich günstig nutzen kann.

BROMAN (2001, S. 19 ff.) fragte in einer Zeit, als die Methode der Ökobilanzierung noch nicht auf breiter Ebene angewandt wurde, provokant „Does Industry need LCA?“ und beantwortet die Frage aus der Sicht von Stora Enso, einem großen Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft. Die Antwort ist ein *Ja, aber*. Es wird unterstrichen, dass das Lebenszyklusdenken im Rahmen der Ökobilanzierung mit seinen systematischen Analysen erweiterte Perspektiven auf die Strukturen im Werk liefert. Weiterhin ist die Ökobilanzierung hilfreich für ganzheitliche Betrachtungen im Bereich der Produktentwicklung. Die Einschränkung ist (mit dem Stand aus dem Jahr 2001), dass die Methode der Ökobilanzierung für Anwendungen in der Industrie zu kompliziert ist und für eine allgemeine Anwendung deutlich vereinfacht werden muss. Insgesamt wurde damals der Ökobilanzierung aber eine steigende Bedeutung für die verschiedensten Akteure bescheinigt (BROMAN 2001, S. 21 f.).

Vor dem Hintergrund einer breiteren Anwendung der Ökobilanzierung als Methode der Umweltbewertung sind auch die Bemühungen zur systematischen Ökobilanzierung industriell hergestellter Möbel zu sehen, die in der vorliegenden Arbeit durchgeführt werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für Unternehmen sowohl von außen induzierte Motive (z. B. Forderungen von Kunden oder der Öffentlichkeit im Allgemeinen, gesetzliche Anforderungen), als auch vom Unternehmen selbst als wichtig erachtete Motive (z. B. Kostenreduktion, Imagesteigerung, Prozessanalyse, Complianceaspekte oder allgemein proaktives Handeln im Hinblick auf mögliche künftige Anforderungen) einen Einfluss auf das Nachhaltigkeitsengagement sowie dessen Umfang und Umsetzung haben.<sup>5</sup> In Bezug auf die Möbelindustrie werden die Motive für Nachhaltigkeitsengagements in Kapitel 4.3 (S. 67) näher untersucht.

---

<sup>4</sup> Weitere Informationen zum Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeit und Unternehmensfinanzierung bzw. -rating können beispielsweise Beiträgen in BRUCKNER und PAULESICH (2006) entnommen werden.

<sup>5</sup> Letztlich lassen sich auch alle hier identifizierten Motive für Nachhaltigkeitsengagements in die von SCHIWEK (2002, S. 71 f.) definierten drei Arten von Motiven für Umweltschutzmaßnahmen einordnen:

- Erfüllung gesetzlicher oder vertraglicher Vorschriften bzw. Verpflichtungen
- wirtschaftliche Gründe
- Motive, die auf gesellschaftlichen Wertvorstellungen basieren



### 1.1.3 Holzwirtschaft und Möbelindustrie

Die Holzwirtschaft erzeugt durch Be- und Verarbeitung des von der Forstwirtschaft bereitgestellten Rundholzes Halbwaren und Fertigwaren. Zu den Halbwaren zählen beispielsweise Schnittholz, Konstruktionsholz, Furniere und plattenförmige Holzwerkstoffe. Die Fertigwaren lassen sich in die wesentlichen Bereiche Bau, Möbel und Einrichtung sowie Verpackung gliedern (MANTAU und BILITEWSKI 2010). Daneben fallen bei nahezu allen Fertigungsschritten diverse Restholzsortimente an, die entweder stofflich von der Holzwerkstoff- und Papierindustrie oder energetisch genutzt werden können. In der Holzwirtschaft entstehen sowohl bei der Herstellung von Halbwaren als auch bei der Produktion von Fertigwaren, wie beispielsweise Möbeln, Auswirkungen auf die Umwelt.<sup>6</sup>

Somit ist es für Unternehmen der Möbelindustrie wichtig, die Auswirkungen der Möbelherstellung auf die Umwelt mit Hilfe der Ökobilanzierung zu untersuchen. Die Relevanz dieser Untersuchungen wird durch die erhebliche Menge an Holz bzw. Holzwerkstoffen, die für die Herstellung von Möbeln aufgewendet wird, unterstrichen. Für Deutschland wurden diese Zusammenhänge von MANTAU und BILITEWSKI (2010) dargestellt. Das Stoffstrom-Modell-Holz weist für das Bezugsjahr 2007 in Deutschland einen Holzverbrauch von 76,9 Mio. m<sup>3</sup> (Festmeteräquivalent) aus inländischem Aufkommen aus. Es fließt im weiteren Verlauf der Wertschöpfungskette die Menge von 9,0 Mio. m<sup>3</sup> Holzhalbwaren in den Fertigwarenbereich Möbel und Einrichtung. Dies entspricht 26,0 % der in Holzfertigwaren verwendeten Holzhalbwarenmenge von 34,7 Mio. m<sup>3</sup>, inklusive importierter Halbwaren (MANTAU und BILITEWSKI 2010, S. 11 ff.). Für die Produktion von Möbeln werden 6,5 Mio. m<sup>3</sup> Spanplatte eingesetzt, was ca. 70 % der zur Herstellung von Fertigwaren insgesamt verwendeten Spanplattenmenge entspricht (MANTAU und BILITEWSKI 2010, S. 34). Diese Zahlen verdeutlichen, dass die Möbelherstellung für einen beachtenswerten Anteil am Holzverbrauch verantwortlich zeichnet, weswegen die Etablierung von Methoden der Nachhaltigkeitsbewertung in dieser Branche essentiell ist.

Auch vor dem Hintergrund, dass erst wenige Ökobilanzstudien mit sehr punktuell gesetzten Untersuchungsrahmen für Möbel existieren, ist eine umfassende Etablierung dieser Methode in der Möbelindustrie von großer Wichtigkeit. Die Methode der Ökobilanzierung, welche als Instrument der Umweltbewertung die ökologische Komponente der Nachhaltigkeit untersucht, wissenschaftlich sinnvoll und systematisch auf komplexe Holzprodukte mit einer großen Anzahl an möglichen Variationen (hier industriell hergestellte Möbel) anzuwenden, ist daher Fokus dieser Arbeit.

---

<sup>6</sup> Die Entstehung von Umweltwirkungen ist allerdings charakteristisch für alle Fertigungsprozesse, auch außerhalb der Holzwirtschaft. Verallgemeinert entstehen Auswirkungen auf die Umwelt bei Fertigungsprozessen insbesondere durch den Einsatz elektrischer und thermischer Energie, Emissionen aus den Prozessen sowie durch den Einsatz von Rohstoffen und Vorprodukten, deren Herstellung ihrerseits schon Auswirkungen auf die Umwelt hatte.



## 1.2 Zielsetzung

Abgesehen von einzelnen Fallstudien gibt es bislang kaum Abhandlungen, die sich methodisch mit der Ökobilanzierung von (holzbasierten) Möbeln beschäftigen. Bisher durchgeführte Studien zur Ökobilanzierung von Möbeln sind in Kapitel 2.4 (S. 39) dargelegt. Da diese wenigen existierenden Studien ausgewählte einzelne Möbelstücke untersuchen, hat die vorliegende Arbeit das Ziel, die Ökobilanzierung von holzbasierten Produkten der Möbelindustrie ausgehend von der Werksebene, als die den einzelnen Produkten übergeordnete Betrachtungsebene, zu ermöglichen. Bei dieser Betrachtungsweise kann, im Gegensatz zur Bilanzierung einzelner Beispielmöbel ausgehend von deren Stückliste, sichergestellt werden, dass alle Aufwendungen, die eine Möbelfabrikation mit sich bringt, adäquat berücksichtigt sind.

Zunächst muss jedoch definiert werden, was im Verständnis dieser Arbeit unter komplexen Holzprodukten zu verstehen ist. Die Komplexität der Holzprodukte gliedert sich in mehrere Aspekte. Erstens werden bei der Produktion komplexer Holzprodukte, so insbesondere auch bei Möbeln, verschiedene Rohstoffe und Halbwaren in sehr großer Anzahl eingesetzt, sodass allein die Komponentenvielfalt für eine hohe Komplexität sorgt. Die Vielfalt der Komponenten, die zum Einsatz kommen können, bedingt gleichzeitig eine nahezu unerschöpfliche Anzahl an Varianten eines Produkts. Diese hohe Produktvielfalt ist nicht nur theoretischer Natur, sondern findet sich in der Praxis wieder, da die Kunden bei vielen Produkten aktiv entscheiden können, in welcher Variante bzw. Konfiguration sie das betreffende Produkt kaufen wollen. Daher ist in der industriellen Möbelfertigung eine Abkehr von der reinen Serienfertigung hin zur Fertigung in Losgröße 1 zu beobachten. Zweitens ist der technologisch anspruchsvolle, weitestgehend automatisierte, industrielle Fertigungsprozess als komplex zu bezeichnen, da die industrielle Möbelfertigung geprägt ist durch mit Fördereinrichtungen verkettete Anlagen bzw. Fertigungsprozesse, sodass sogenannte Fertigungsstraßen entstehen. Drittens sorgen die verschiedenen Funktionen der Möbel sowie deren Kombinationen für Komplexität. Es werden demnach die Dimensionen Komponentenvielfalt und Produktvielfalt, Fertigungstechnologie sowie Funktionsvielfalt adressiert. Die zuerst genannten Komplexitätsaspekte sind auch in der Betriebswirtschaft Gegenstand eingehender Untersuchungen im Hinblick auf die sogenannten Komplexitätskosten. Dort werden Programmkomplexität, Produktkomplexität sowie Prozesskomplexität unterschieden (MEFFERT 1998, S. 962 ff.; BLISS 2000, S. 57). Die Komponentenvielfalt findet sich in der Produktkomplexität wieder, die Produktvielfalt in der Programmkomplexität<sup>7</sup> und die industrielle Fertigungstechnologie in der Prozesskomplexität. Die Funktionsvielfalt ist eine Komplexitätskomponente, die sich erst aus dem Begriff der funktionellen Einheit in der Ökobilanzierung ergibt.

Die Entwicklung einer Methode zur systematischen Ökobilanzierung dieser komplexen Holzprodukte soll vorrangig am Beispiel von industriell hergestellten Möbeln geschehen. Dennoch soll zunächst eine Vorstudie zur Ökobilanzierung von holzbasierten Innentüren durchgeführt werden, um erste Erfahrungen mit der Ökobilanzierung hinreichend komplexer Holzprodukte sammeln zu können,

---

<sup>7</sup> Programmkomplexität meint hier die Komplexität des Produktprogramms, d. h. die Angebotsvielfalt. Eine hohe Angebotsvielfalt wird durch ein breites Produktprogramm mit hoher Produktvielfalt realisiert (Losgröße 1 Fertigung) und ist daher als komplex zu bezeichnen.



## 1 Einleitung

wenngleich die Komplexität der Innentüren nicht an diejenige von Möbeln heranreicht. Daraufhin soll die Methode der Ökobilanzierung auf die spezifischen Gegebenheiten in der Möbelindustrie angewandt werden. Der Fokus der Analysen liegt dabei auf der Herstellungsphase, d. h. dem Lebenswegabschnitt von der Rohstoffgewinnung bis zum Werkstor der Möbelfabrik.

Im Zusammenhang mit der Ökobilanzierung von Möbeln treten einige methodische Fragen auf, für die innerhalb dieser Arbeit Lösungen entwickelt werden sollen. Es soll ein Ansatz erarbeitet werden, der die Vielfalt der hergestellten Produkte und der eingesetzten Materialien adäquat berücksichtigt. Dazu gehören insbesondere die verschiedenen Funktionen der von der Möbelindustrie hergestellten Produkte. Um Primärdaten zu erheben und sinnvoll weiterverarbeiten zu können, bedarf es einer Methode, die die spezifischen Umstände der Möbelindustrie berücksichtigt. Hier muss vor allem auf die Datenberechnung und die dabei zum Einsatz kommenden Verteilungskriterien eingegangen werden. Insgesamt soll eine praktikable Methode zur systematischen Ökobilanzierung von industriell hergestellten Möbeln entwickelt werden, die den Einsatz der Ökobilanzierung als Methode der Umweltbewertung in der Möbelindustrie auf breiterer Ebene ermöglicht. Die entwickelte Methode soll im Anschluss in mehreren Unternehmen der Möbelindustrie angewandt werden, um einerseits die Funktionsfähigkeit der Methode zu verifizieren und andererseits Ökobilanz-Daten für Möbel zur Verfügung zu stellen.

Um den Lebenswegabschnitt nach der Herstellung in näherer Zukunft auch auf Basis von Primärdaten mit in die Ökobilanzierung einbeziehen zu können, sollen grundlegende Gedanken zur Nutzungsphase und Nutzungsdauer von Möbeln entwickelt werden. Zusätzlich sollen auch detaillierte Überlegungen zum End-of-Life (EoL), also der Entsorgungsphase von Möbeln, angestellt werden. Kerngedanke ist dabei die Frage, wie Möbel sinnvoll wiederverwendet oder verwertet werden können. Darüber hinaus soll beleuchtet werden, welche Informationen für die Durchführung eines End-of-Life von Möbeln und dessen ökobilanzieller Betrachtung notwendig sind und wie diese in Zukunft bereitgestellt werden könnten.

Die Ziele der vorliegenden Arbeit können daher wie folgt rekapituliert werden:

- Entwicklung einer Methode für die systematische Ökobilanzierung komplexer Holzprodukte unter Berücksichtigung aller Werksaufwendungen und mit Fokus auf den Lebenswegabschnitt von der Wiege bis zum Werkstor (Herstellungsphase, *cradle-to-gate*) am Beispiel von industriell hergestellten Möbeln.
- Anwendung der entwickelten Methode auf praktische Fallbeispiele zur Verifizierung ihrer Funktionsfähigkeit und damit gleichzeitig Bereitstellung von Ökobilanz-Daten für Produktgruppen, denen alle Werksaufwendungen zu Grunde liegen.
- Erarbeitung eines systematischen Rahmens zur künftigen Einbeziehung von Nutzungs- und Entsorgungsphase (*gate-to-grave*) in eine ökobilanzielle Betrachtung insbesondere vor dem Hintergrund der dazu notwendigen Informationen.

## 2 Stand des Wissens

Das folgende Kapitel gibt einen Überblick über den aktuellen Stand des Wissens bezüglich der Methode der Ökobilanzierung im Allgemeinen sowie der Ökobilanzierung von komplexen Produkten, Ökobilanzierung im Forst- und Holzsektor und bereits durchgeführte Ökobilanzstudien für Möbel im Speziellen.

### 2.1 Ökobilanzierung

Die Ökobilanzierung ist eine seit den 1970er Jahren entwickelte Methode zur Umweltbewertung, welche als ein Teil der Nachhaltigkeitsbewertung einen hohen Stellenwert erlangt hat. Der Begriff *Ökobilanz* wurde im Jahr 1984 erstmalig benutzt (KLÖPFFER und GRAHL 2009, S. 1 ff.). Zu Beginn der 1990er Jahre wurde auf Bestrebungen der Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) damit begonnen, die existierenden Ansätze und Methoden zu harmonisieren. Aufgegriffen wurden diese Bestrebungen später im Rahmen der Normung durch die International Organization for Standardization (ISO). Die damals erstellten Normen liegen mittlerweile in überarbeiteter Fassung vor. Heute sind für die Erstellung von Ökobilanzen die aktuellen Fassungen der Normen ISO 14040 und ISO 14044 ausschlaggebend (auf nationaler Ebene DIN EN ISO 14040: 2009-11 und DIN EN ISO 14044:2006-10).

Die Ökobilanzierung ist eine Methode, mit der potentielle Umweltwirkungen von Produkten ermittelt werden können. Oft wird eine betriebliche Umweltbilanz auch Ökobilanz oder Betriebs-Ökobilanz genannt (KLÖPFFER und GRAHL 2009, S. 1). In den ISO-Normen ist der Begriff Ökobilanz jedoch fest mit einem Produkt verbunden. DIN EN ISO 14040 spezifiziert dazu: „Ökobilanz: Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potentiellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges.“

Ein Produktsystem wird dabei charakterisiert durch eine Zusammenstellung von einzelnen Prozessmodulen, die den Lebensweg bzw. den Teil des Lebenswegs eines Produkts modellieren und ist daher nicht unmittelbar gleichzusetzen mit seinem Endprodukt. Die Kerneigenschaft eines Produktsystems ist die Erfüllung einer oder mehrerer definierter Funktionen. Das zentrale Element der Produkt-Ökobilanz ist der Gedanke der Lebenswegbetrachtung, wobei *Lebensweg* für das gesamte Produktleben von der Wiege bis zur Bahre steht, d. h. von der Rohstoffgewinnung über Produktion und Nutzung bis hin zur Entsorgung. Es können auch Teile des Lebenswegs betrachtet werden, wenn diese von besonderem Interesse im Zusammenhang mit einer spezifischen Fragestellung sind.

Der eigentliche Kern der Ökobilanz ist zweigeteilt. Zunächst erfolgt die quantitative Erfassung der für ein Produktsystem relevanten Mengenströme in Bezug auf Material und Energie, d. h. Input und Output eines Produktsystems (Sachbilanz). Daran schließt sich die Bewertung der Ströme bezüglich ihrer umweltlichen bzw. ökologischen Auswirkungen an (Wirkungsabschätzung). Eine Ökobilanz wird immer mit dem Ziel durchgeführt, bei Entscheidungen unterstützende Informationen bezüglich Umweltaspekten zu liefern, seien es Kaufentscheidungen oder Entscheidungen zur Optimierung von Produktionsprozessen und Materialeinsätzen. Nach WERNER et al. (2007) ist die Ökobilanz ein Werkzeug zur Unterstützung bei Entscheidungen: „LCA is a decision-support tool.“