

UMWELTFREUNDLICHE AUSSTELLUNGEN

DER RATGEBER ZUR KONZEPTION UND UMSETZUNG

Karen Hehnke, Peter Hellmich, Dr. Thomas Pyhel
Andree Josef (Hrsg.)



gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Autoren:

Karen Hehnke, Peter Hellmich, Dr. Thomas Pyhel

**Umweltfreundliche Ausstellungen -
Der Ratgeber zur Konzeption und Umsetzung**

Osnabrück, Mai 2016

Alle Rechte am Werk liegen beim Herausgeber:

Andree Josef

Die Etagen GmbH / Expo-Etage

Agentur in Osnabrück

Natruper Straße 14

49076 Osnabrück

www.die-etagen.de / www.expo-etage.de

Gestaltung: Die Etagen GmbH

49076 Osnabrück, Deutschland

Druck: Viaprinto

48161 Münster, Deutschland

Erstauflage

Gedruckt auf 100 % Altpapier.

Bestellung über:

www.umweltfreundliche-ausstellungen.de

ISBN 978-3-00-053129-3

14,90 Euro

Expo-Etage 

UMWELTFREUNDLICHE AUSSTELLUNGEN

DER RATGEBER ZUR KONZEPTION UND UMSETZUNG

Wir danken allen Personen, die mit ihrer Kompetenz, ihrem Fachwissen und ihrem Engagement zu dieser Broschüre beigetragen haben. Insbesondere danken wir den Ausstellungsveranstaltern und Ausstellungsmachern, die an einer Befragung teilgenommen haben, die der redaktionellen Arbeit an der Broschüre vorausgegangen ist. Wir danken außerdem der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) und ihren Mitarbeitern, ohne deren Unterstützung diese Publikation nicht hätte realisiert werden können.

Zugunsten der Lesefreundlichkeit wurde auf eine durchgehend geschlechtsneutrale Schreibweise verzichtet. Die häufig verwendete männliche Form schließt bei Entsprechung die weibliche Form selbstverständlich ein.

Wiedergegebene Meinungen Dritter (zum Beispiel Testergebnisse und andere Produkteinschätzungen) geben nicht zwingend die Auffassung der Autoren wieder. Irrtümer vorbehalten.

1. Einführung	4
2. Ökologische Kriterien für Ausstellungen	7
3. Ausstellungsräume	10
4. Werkstoffe für Ausstellungsstationen	14
4.1 Papier und Papierwerkstoffe	16
4.2 Holz und Holzwerkstoffe	19
4.3 Kunststoffe	32
4.4 Glas und transparente Kunststoffe	38
4.5 Metallwerkstoffe	40
4.6 Verbundwerkstoffe	41
4.7 Textilien	43
5. Drucktechniken für Ausstellungen	44
6. Ausstellungstechnik	49
7. Ausstellungsbetrieb	55
Anhang	57

1. Einführung

Ausstellungen bilden einen besonderen Schwerpunkt innerhalb der Umweltkommunikation. Neben vielen anderen Medien gehören sie heute zum festen Repertoire zielgruppenspezifischer Kommunikation. Nicht nur große Museen, Forschungseinrichtungen und Bildungszentren, sondern zunehmend auch kleinere Umweltvereine und -verbände, Kommunen, Betriebe, Kirchen oder Schulen nutzen die Chance, über eine attraktive Ausstellung ihr Zielpublikum anzusprechen und für verschiedenste Nachhaltigkeitsthemen zu begeistern.

Mit Texten, Spielen, Bildern, Originalexponaten, Hörstationen, multimedialen Installationen, Filmen, Modellen, Experimenten, Computerstationen und weiteren Vermittlungsformen können in Ausstellungen Themen so frei und vielseitig präsentiert werden wie in keinem anderen Medium.¹ Ausstellungen sind dabei als inszenierte Erlebnis- und Erfahrungswelten zu verstehen, die es ermöglichen, für einen gewissen Zeitraum völlig in ein Thema einzutauchen. Gerade komplexe Sachverhalte lassen sich durch Ausstellungen besonders gut vermitteln, da die Themen in der Regel nicht eindimensional, sondern aus mehreren Perspektiven beleuchtet werden. Der unterschiedliche Einsatz

von Medien innerhalb von Ausstellungen ermöglicht dabei verschiedenartige Zugänge für den Besucher, sich Themenschwerpunkte, Inhalte und Botschaften in einem selbst gesteuerten Lernprozess zu erschließen. Von wesentlicher Bedeutung ist in diesem Zusammenhang auch die Gestaltung der Gesamtexposition, die den Erlebnischarakter unterstreicht und den Besucher spielerisch an das Thema heranführt.

Bei der Entwicklung einer Ausstellung sind verschiedene planerische Schritte zu berücksichtigen, die neben Überlegungen zum Raumkonzept, zum Design oder zur ästhetischen Wirkung auch Fragen der Besucherorientierung, des didaktischen Konzeptes und der Schaffung von Lernsituationen umfassen.² Die Ausstellung oder auch das gesamte Museum stellt einen Bildungs- und Lernort mit einer speziellen Lernumgebung dar, die vielfältige Verknüpfungen zur inneren und äußeren Lebenswelt der Besucher ermöglichen. Raumbilder werden damit zu Bildungsräumen³, die zu einer Interaktion zwischen Exponat und Besucher in attraktiv inszenierten Erlebnisräumen führen.⁴

Lernen während eines Ausstellungsbesuches ist „informelles“ Lernen, das heißt, es ist selbstbestimmt, wird durch eigenen Antrieb und eigene Motivation gesteuert⁵. Dabei wählt der „Lernende“ aus dem Angebot die Dinge aus, denen er sich widmen möchte. Neben einer klaren Gliederung der Ausstellungsthemen und -inhalte, einer geschickten Anordnung der

/// Eine öffentlichkeitswirksame Ausstellung hat Signalfunktion. Die Machart sollte Teil der Aussage sein, zumindest bei auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Ausstellungsprojekten.

Rolf Eberhardt, Naturpark Nagelfluhkette e. V.

/// Neben energie- und ressourcensparenden Lösungen haben Materialentscheidungen den größten Effekt. Sie sind „an der Basis“ am einfachsten umzusetzen.

Georg Baumert, Grenzlandmuseum Eichsfeld e. V.

jeweiligen Exponate und einer gut durchdachten Ausstellungs-dramaturgie spielt die Glaubwürdigkeit der Lernumgebung eine nicht zu unterschätzende Rolle für die Motivation des Besuchers. Gerade im Umweltbereich erreichen „gut gemeinte Botschaften“ nur dann ihr Zielpublikum nachhaltig, wenn sie auch vorgelebt werden. Eine Ausstellung, die sich dem Thema „Energie“ widmet und zum sparsamen Umgang mit Energie motivieren möchte, wird wohl kaum als glaubwürdig wahrgenommen, wenn die Beleuchtung der Exponate mit energiefressenden Scheinwerfern erfolgt. Ebenso kritisch wäre eine Wanderausstellung zu umweltfreundlichen Verpackungstechniken zu sehen, die selbst aber aufwendig und mit nicht wiederverwendbaren Verpackungsmaterialien für den Transport ausgerüstet ist. Die Liste weiterer Beispiele ließe sich leicht fortsetzen.

Wenn es gelingt, Inhalt, Botschaft und Umsetzung einer geplanten Ausstellung in Einklang zu bringen, wird die Exposition zu einem authentischen Lern- und Erlebnisort, der – offensiv oder subtil – die technische Umsetzung selbst zu einem Teil der Präsentation werden lässt. Bei der Konzeption, Planung und Umsetzung von Nachhaltigkeits- und Umweltausstellungen sollten deshalb alle Bereiche, die Entscheidungs- und Gestaltungsspielraum für nachhaltige Lösungen bieten, möglichst umfassend genutzt werden.

Folgende Kriterien sollten für die Materialwahl, die Herstellung der Elemente, ihren Einsatz, die Technik und die Organisation berücksichtigt werden:

- * ressourcenschonende und emissionsarme Herstellung,

- * Langlebigkeit,
- * reduzierte Materialvielfalt,
- * umweltschonender Transport,
- * Verwendung regionaler (zertifizierter) Baustoffe / Materialien,
- * weitgehende Emissionsfreiheit bei der Nutzung,
- * Reparaturfähigkeit,
- * leichte Austauschbarkeit,
- * energiearmer Betrieb,
- * Recyclingfähigkeit,
- * Nachnutzungsmöglichkeiten sowie
- * umweltschonende Entsorgung.

Auch die Verwendung nachwachsender Rohstoffe als Alternative zu fossilen Rohstoffen kann sinnvoll sein, stellt jedoch in der Gesamtbilanz durchaus nicht immer die bessere Lösung dar. Sie sollte daher genau geprüft und mit anderen Optionen verglichen werden.

Ähnlich schwer zu verallgemeinern ist das Kriterium der Substitution von materialintensiven Kulissenbauten durch den Einsatz neuer Medien und Techniken. Auch hier ist der Einzelfall zu prüfen und ein Abwägen unterschiedlicher Lösungen erforderlich.

Eine Besonderheit stellen Wanderausstellungen dar, für die kein festes Raumkonzept entwickelt werden kann. Hier ist es erforderlich, spezielle Ausstellungs-module zu entwickeln, die einen flexiblen Einsatz und eine auf die jeweilige Raumsituation des Entleihers zugeschnittene Anordnung und Kombination ermöglichen. Angesichts der besonders hohen Materialbeanspruchung durch Transport, Zwischenlagerungen

sowie Auf- und Abbau sind zudem besondere Anforderungen bezüglich der Handhabung und Festigkeit der Materialien zu bedenken. Aber auch bei Wanderausstellungen sollten die genannten Kriterien zur Nachhaltigkeit Berücksichtigung finden.

Diese Broschüre will einen Einblick in die vielschichtigen Fragestellungen zur umweltfreundlichen Gestaltung und zum umweltfreundlichen Betrieb von Ausstellungen geben. Gleichzeitig soll sie aber auch als Ratgeber dienen, der Anregungen und Hilfestellungen für die Entwicklung geeigneter Lösungen bietet.

Angesprochen werden Ausstellungsmacher im weitesten Sinne. Neben Museumsexperten und anderen Veranstaltern von Ausstellungen sind dies Ausstellungsagenturen mit ihren Konzeptern, Gestaltern und Umsetzern, des Weiteren Architekten, Ingenieure und Handwerker. Aber auch der „Nicht-Experte“, etwa der Mitarbeiter eines Umweltbildungszentrums, eines Umweltvereins oder –verbandes, einer Kommune oder der Leiter eines kleinen Heimatmuseums, kann hier wichtige Hinweise für die Ausschreibung oder die eigene Umsetzung seiner geplanten Ausstellung finden.

Der Ratgeber verfolgt drei wesentliche Ziele:

- * Es soll deutlich werden, dass umweltfreundliches Ausstellen mit der Konzeption anfängt. Für ökologisch problematische Materialien, gibt es nicht immer eine Alternative, die „1:1“ einzusetzen ist.
- * Es soll die Bereitschaft gefördert werden, sich tiefergehend mit den verwendeten Materialien und Produkten auseinanderzusetzen. Am Anfang

möglicher Veränderungen steht die Erkenntnis ihrer Notwendigkeit. Auch Materialien mit „Öko-Charme“ können umweltschädlich sein.

- * Der Erfahrungsaustausch zwischen Ausstellungsmachern soll gefördert werden. Wer vertrauenswürdige Produkte oder gute Lösungen für ein typisches Ausstellerproblem gefunden hat, sollte diese Erfahrungen mit anderen Ausstellungsmachern teilen.

Eine wichtige Grundlage für die Inhalte und Aussagen in diesem Ratgeber bilden Befragungen von Experten und Fachgespräche, in denen Problemfelder und Lösungsansätze im Themenkontext identifiziert wurden. Gleichwohl können nicht alle Themenfelder vollständig und in gleicher inhaltlicher Tiefe behandelt werden. Hinzu kommt, dass sich Ausstellungen wie auch andere Medien dynamisch entwickeln und aktuellen Trends folgen. Es werden sich deshalb in Zukunft nicht nur neue Fragestellungen, sondern auch neue technische und konzeptionelle Möglichkeiten ergeben, Ausstellungen umweltfreundlicher als bisher zu gestalten. Eine diese Publikation ergänzende Internetseite (www.umweltfreundliche-ausstellungen.de) soll helfen, auf aktuelle Entwicklungen zu reagieren und zusätzliche Fachinformationen zu liefern.

Auch wenn die hier vorliegenden Informationen nach bestem Wissen und umfangreichen Recherchen zusammengestellt wurden, kann keine Gewähr für deren Richtigkeit und Vollständigkeit übernommen werden. Über Hinweise und Anregungen unserer Leser freuen wir uns daher besonders.

2. Ökologische Kriterien für Ausstellungen

Es gibt keine allgemein gültige Definition, ab welchem Punkt eine Ausstellung umweltfreundlich ist oder ab welchem Punkt sie aufhört es zu sein. Auch die vermeintlich umweltfreundlichste Ausstellung wird zur Belastung für Mensch und Natur, wenn zum Beispiel viele Besucher weite Strecken mit ihrem Auto zurücklegen müssen, um sie zu sehen, wenn ein Nachnutzungskonzept fehlt oder die fachgerechte Entsorgung nach Ablauf der Präsentation nicht mitgedacht wurde.

Die Problematik einer Beurteilung setzt sich in den Einzelbereichen von Ausstellungen fort. Wer als Ausstellungsmacher umweltfreundliche Produkte sucht, muss im Einzelfall entscheiden, welchen Informationen er vertraut: Herstellerangaben? Gütesiegel und Zertifikaten? Testergebnissen? Umweltverbänden, Tagespresse oder Spezialforen zum Thema? Eine Orientierung ist nicht immer einfach, da sich die Beurteilungen teilweise widersprechen. So werden

/// Durch die bewusste Wahl der Materialien und Werkstoffe und durch die Zusammenarbeit mit ökologisch ausgerichteten Dienstleistern haben wir derzeit in unserer Arbeit einen großen Hebel für praktizierten Umweltschutz.

Björn Voigt, GfG / Gruppe für Gestaltung GmbH

zum Beispiel von Herstellerseite manchmal Produkte generell als umweltfreundlich beworben, auch wenn gegebenenfalls nur ein kleiner, eventuell sogar zu vernachlässigender Teilaspekt umweltfreundlich ist. Aber auch wenn viele Aspekte eines Produkts auf Umweltfreundlichkeit hinweisen, kann schon eine umweltschädliche Eigenschaft so gravierend sein, dass sie alle positiven Aspekte überschattet.

Ökologisch ausgerichtete Gütesiegel und Zertifikate können für Ausstellungsmacher eine gute Hilfestellung für Entscheidungen sein. Doch Garanten für Umweltfreundlichkeit sind sie nicht unbedingt. Denn viele Gütesiegel und Zertifikate beleuchten und bewerten nur einzelne Aspekte eines Produktes. Unter anderem deshalb sind sie oft schwer vergleichbar. Und auch wenn unterschiedliche Gütesiegel und Zertifikate dieselben Aspekte derselben Produkte betrachten, zum Beispiel die Schadstoffemissionen von Holzwerkstoffen, können sich ihre Kriterien und Schlussfolgerungen deutlich unterscheiden. Als Konsument muss man sich schon sehr intensiv mit den jeweiligen Vergabekriterien beschäftigen, um sie in Relation zueinander setzen zu können.

Während in der Vergangenheit für die ökologische Bewertung von Produkten der Fokus teilweise auf isolierte Einzelaspekte beschränkt war, zum Beispiel auf die oben schon genannten Schadstoffemissionen,

/// Konzeption und Umsetzung gehen Hand in Hand. Wir können durch ökologische Werkstoffe sowie durch energie- und ressourcensparende Lösungen dem Umweltschutz dienen, ohne die konzeptionelle Ausstellungsarbeit und -umsetzung damit zu behindern oder zu erschweren.

Dr. Peter-René Becker, Landesmuseum Natur und Mensch Oldenburg

spielt heute der gesamte Lebenszyklus eine immer größere Rolle. So werden in produktbezogenen Ökobilanzen unter anderem auch Aspekte wie Rohstoffverbrauch, Energieaufwand, Transportwege und Entsorgungsprozesse ermittelt. Durch Ökobilanzen werden Produkte mit demselben Verwendungszweck untereinander besser vergleichbar. Allerdings sind Ökobilanzen hochkomplexe, fachlich sehr anspruchsvolle und sperrige Datensammlungen – kein gut zu nutzender Lesestoff für Ausstellungsmacher und interessierte Öffentlichkeit. Diese sind auf stärker aufbereitete Informationen angewiesen, wie sie zum Beispiel das internetbasierte ökologische Fachinformationssystem WECOBIS⁶ bietet. Das Portal wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) in Kooperation mit der Bayerischen Architektenkammer betrieben und stellt gut strukturierte und herstellerneutrale Informationen zur Umwelt- und Gesundheitsrelevanz vieler Bauproduktgruppen und Grundstoffe zur Verfügung. Im Anhang werden weitere interessante Informationsquellen für eigene Recherchen genannt.

Für die umweltfreundliche Umsetzung von Ausstellungen lassen sich folgende allgemeine Kriterien benennen:

/// Die Kombination aus ökologischen Materialien, Werkstoffen und Verfahrensweisen sowie die Anwendung energiesparender Lösungen sind im Kräfterdreieck der Nachhaltigkeit am ehesten zu realisieren.

Jörg Werner, MUSEUMSREIF! GmbH

Ressourcenschonende Herstellung

Unsere Ressourcen werden immer knapper. Um sie zu schonen, sollten auch in Ausstellungen Materialien und Produkte zum Einsatz kommen, die mit einem möglichst geringen Energie- und Rohstoffeinsatz hergestellt werden oder die aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen. Außerdem sollten Ausstellungsmacher in allen Phasen der Ausstellungsumsetzung auf Abfallvermeidung achten. Auch damit leisten sie einen Beitrag zur Schonung von Ressourcen.

Schutz von Umwelt und Gesundheit

In Ausstellungen verwendete Materialien und Produkte sollten möglichst keine oder wenig Schadstoffe enthalten und sollten auch im Kontext ihrer Produktion und ihres Gebrauches möglichst keine Schadstoffe in die Umwelt abgeben.

Energiearmer Betrieb

Generell ist ein möglichst energiearmer Betrieb von Ausstellungen wünschenswert und ökologisch sinnvoll. Auch im Kleinen, beispielsweise bei Entscheidungen für oder gegen elektronische Geräte, können ökologische Weichen gestellt werden.

Aktualisierungs- und Reparaturfähigkeit

Ausstellungsräume und ihre Ausstattung, insbesondere aber interaktive Ausstellungsstationen, sind hohen und höchsten Belastungen ausgesetzt. Ausstellungsbetreiber kämpfen mit besonders stabiler Bauweise und extrem robusten Oberflächen gegen die typischen Abnutzungserscheinungen an. Reparaturen, aber auch Aktualisierungen der Inhalte gehören zum Alltag von Ausstellungsbetreibern, und sie sollten schon bei der Konzeption der Ausstellung und bei allen Material- und Produktentscheidungen berücksichtigt werden. Möglichst alles, was kaputtgehen kann, sollte ohne großen Aufwand auswechselbar, reparabel und zur Not ersetzbar sein.

Weiter- und Nachnutzungsstrategien

Ausstellungen sind von großem Wert und dieser sollte optimal genutzt werden. Wenn folgende Fragen frühzeitig gestellt werden, erhöht sich die Chance enorm, dass sehr gute Nachnutzungsmöglichkeiten erkannt und genutzt werden, was teilweise auch finanzielle Vorteile mit sich bringen kann.

- * Für welche Institution oder Anwendung ist die Ausstellung noch interessant?
- * Kann sie in gleicher Form an anderer Stelle aufgebaut werden oder sind Umbauten nötig?
- * Kann eine Veränderung des Konzepts neue Perspektiven für eine Weiternutzung geben? (Zum Beispiel kann aus einer Dauerausstellung eine Wanderausstellung werden und andersherum.)

- * Machen einzelne, herausgelöste Teile der Ausstellung in einem anderen Kontext Sinn?
- * Ist ein Ringtausch der gesamten Ausstellung oder einzelner Exponate zwischen mehreren Ausstellungshäusern denkbar?

Entsorgung und Recycling

Die in Ausstellungen verwendeten Werkstoffe und Produkte sind nach Gebrauch, sofern sie nicht weiterverwendet werden können, den Vorschriften entsprechend zu entsorgen, damit ein möglichst großer Anteil des Abfalls recycelt werden kann. Die Entsorgungsbetriebe informieren über Vorgaben und Verfahren. Für manche Produkte bieten die Hersteller auch eigene Rücknahmesysteme an. Es lohnt sich für Ausstellungsmacher, solche Optionen bei der Produktwahl zu berücksichtigen.

/// *Die Berücksichtigung nachhaltiger Kriterien bei der Umsetzung von Ausstellungen ist für uns selbstverständlich, weil wir Ausstellungen zu Umweltthemen machen, die die Besucher zu umweltfreundlichem Handeln motivieren sollen. Da müssen die Ausstellungen auch entsprechend gestaltet werden.*

Martin Schulte, DBU Zentrum für Umweltkommunikation

3. Ausstellungsräume

Die meisten Ausstellungen (Wanderausstellungen hier außen vorgelesen) werden für bestimmte, vorhandene Ausstellungsgebäude und -räume geplant.

Ob und in welchem Maße die Räumlichkeiten für eine Ausstellung umgebaut oder ausgestaltet werden, hängt von projektspezifischen Faktoren ab. So ist es bei kleinen Ausstellungsprojekten mit geringem Budget und kurzer Laufzeit eher die Regel, dass wenig oder gar nichts am Raum verändert wird. Bei größeren, teureren und langfristigeren Ausstellungen kann das Gegenteil der Fall sein: Möglicherweise wird für so eine Ausstellung ein eigenes Gebäude oder ein Anbau errichtet; bei Bestandsbauten werden vielleicht der gesamte Bodenbelag ausgetauscht, Zwischenwände neu gesetzt, Fenster eingebaut oder geschlossen, Decken abgehängt oder geöffnet. Derlei massive Eingriffe in die Gebäudestruktur bieten etliche besonders wirksame Optionen für umweltfreundliche Lösungen, werden aber in der Regel von Architekten in Zusammenarbeit mit den Bauherren geplant und verantwortet und eher nicht vom Ausstellungsmacher.

Vor diesem Hintergrund soll auf die Themenbereiche des nachhaltigen und energieoptimierten Bauens und Sanierens hier nicht weiter eingegangen werden. Der Fokus soll auf Optionen liegen, die sich aus der projektbezogenen Nutzung von Ausstellungsräumen typischerweise ergeben.

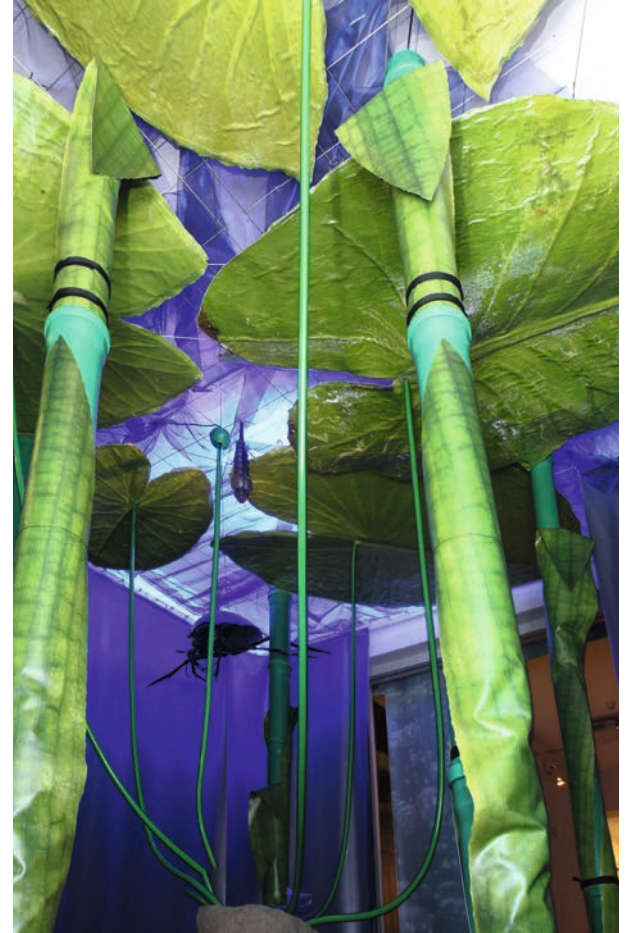
Ausschreibungsrelevante Ansprüche

Einige Vorgaben der öffentlichen Hand zum nachhaltigen Bauen können auch direkt auf kleinere Projekte übertragen und von diesen übernommen werden. So hat sich zum Beispiel die Bundesregierung verpflichtet, für öffentliche Bauten ausschließlich Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft zu verwenden. Diese Verpflichtung ist auch in kleineren Projekten umsetzbar.

Generell ist es empfehlenswert, alle Baumaßnahmen, die ökologisch nachhaltig umgesetzt werden sollen, in der Ausschreibung für ein Bauprojekt auch entsprechend zu definieren. Viele Detailentscheidungen bringen Handlungsspielräume mit sich, die genutzt werden können, wenn klargestellt ist, dass dies erwünscht oder eben sogar gefordert ist.

Rauminszenierungen unter Umweltaspekten planen

Die Arbeitsfelder von Architekten und Ausstellungsmachern überschneiden sich im Bereich der Ausstellungsräume besonders stark. Insbesondere Konzepte für größere Dauerausstellungen betonen das Raum Erlebnis und inszenieren Ausstellungsräume als ganz besondere Themenwelten, in die die Ausstellungstationen und Exponate vollständig eingebettet sind. Je nach Ausstellungsthema wird der Raum zum Beispiel zur unterirdischen Höhle oder zum Baumhaus, zum Maschinenraum eines Schiffes oder zu einem Raumschiff im All, zur mittelalterlichen Bibliothek oder zum Forschungslabor, zum Inneren eines Organes oder zu einer Welt, in der der Besucher sich als Zwerg erlebt, zum Dschungel oder zur Arktis. Das bringt auch neue Anforderungen für den Ausstellungsbau mit sich:



Anspruchsvolle Rauminszenierungen verstärken den Erlebnischarakter eines Ausstellungsbesuches. Deshalb fließt viel Kreativität, Zeit und Geld in die Gestaltung der Ausstellungsräume oder auch mobiler Stationen. Ein Grund mehr, diese Gestaltungen umweltfreundlich umzusetzen.

Foto oben: Ausstellung „Haus der Berge“, Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, © Atelier Brückner, M. Jungblut; Foto unten: Wanderausstellung "Zukunftsprojekt Energiewende", DBU Zentrum für Umweltkommunikation

Ungewöhnliche Perspektiven auf den Lebensraum Wasser werden in diesem Ausstellungsraum durch veränderte Größendimensionen möglich. Die Raumdecke wird zum Wasserspiegel.

Foto: Ausstellung „Tropenparadies Lausitz? Klimawandel im Tertiär“, Museum der Westlausitz Kamenz

Wenn der Raum und das Ausstellungsthema so eng miteinander verknüpft sind, werden Auf- und Umbauten aufwendiger. Es wird viel Material und Energie für die Herstellung der Kulissen eingesetzt, und es entsteht in der späteren Phase einer Neuausstattung oder eines Rückbaus mehr Abfall, der entsorgt werden muss. In jedem Fall sollten Ausstellungsmacher schon bei der Planung von materialintensiven Inszenierungen ein Weiternutzungs- oder Entsorgungskonzept mitentwickeln.

Eine aus ökologischer Sicht eingeforderte Langlebigkeit und eine aus pragmatischer Sicht wünschenswerte Flexibilität müssen sich nicht ausschließen.

Brandschutz in Ausstellungsräumen

Die Vorbeugung von Bränden ist im Kontext jeder Ausstellung oberste Pflicht der Ausstellungsmacher und -betreiber. Sie dient dem Schutz der Umwelt, der Öffentlichkeit, der ausgestellten Objekte, des Ausstellungsgebäudes, vor allem aber dem Schutz von Leib und Leben der Ausstellungsbesucher. Dies gilt unabhängig von der Art der Ausstellung.

Im Themenkomplex umweltfreundlicher Ausstellungen kann dem Brandschutz eine besondere Bedeutung zukommen, weil hier gerne alternative Leichtbaustoffe eingesetzt werden, wie zum Beispiel Wabenplatten aus Karton oder auch Textilien. Viele dieser Materialien sind leicht- oder normalentflammbar und entsprechen damit gemäß DIN 4102 nicht der Baustoffklasse B1. Diese sieht eine Schwerentflammbarkeit vor und wird zum Beispiel von Event- und Messeveranstaltern häufig für alle eingesetzten Bauelemente gefordert.

Der deutschen Klassifizierung von Baustoffen wurden mittlerweile mit DIN EN 13501-1 und DIN EN 13501-2 zwei europäische Normen zur Seite gestellt, die die Klassen noch feiner unterteilen und auch Brandnebenerscheinungen wie Rauchentwicklung und brennendes Abtropfen/Abfallen berücksichtigen. Bis auf Weiteres sind allerdings noch beide Systeme gleichwertig gültig und alternativ anwendbar.

Ausstellungsmacher sollten vor Materialentscheidungen das Angebot genau prüfen: So sind zum Beispiel viele Textilien in Varianten mit B1-Zertifizierung erhältlich, und auch Wabenplatten, die nur aus Karton bestehen, gibt es bei manchen Herstellern in einer B1-Ausstattung. Den rechtlichen Vorgaben kann also oft durch die Materialwahl entsprochen werden. Die für die Produktion bestimmter Werkstoffe eingesetzten Flammschutzmittel sind allerdings nicht unbedingt umweltfreundlich. So wurde 2013 für das Flammschutzmittel HBCD (Hexabromcyclododecan), das insbesondere in Dämmplatten eingesetzt wurde, ein weltweites Herstellungs- und Anwendungsverbot eingeführt. In der Folge dieses Verbotes wurden verschiedene alternative Ersatzstoffe entwickelt, die auf unterschiedlichen Stoffen basieren. Neben anorganischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen sind dies zum Beispiel auch Mittel aus Molke oder Soda (Natriumkarbonat). Wer ein mit einem Flammschutzmittel behandeltes, industriell hergestelltes Produkt kauft, wird allerdings kaum in Erfahrung bringen können, welches Flammschutzmittel hierfür konkret eingesetzt wurde.

Die besonders strengen Brandschutzvorgaben für Messen sind nicht automatisch mit den baurechtlichen

Vorschriften für typische Ausstellungsgebäude gleichzusetzen. In Sachen Brandschutz spielen etliche Parameter eine Rolle für die Bewertung einer Gefährdungssituation. Manchmal gibt es auch für eine vermeintlich problematische Ausgangslage eine ganz einfache Lösung, zum Beispiel die Anbringung eines zusätzlichen Feuerlöschers. Solche Lösungen sollten allerdings immer in Zusammenarbeit mit Experten wie Architekten, Bauingenieuren oder der Feuerwehr erarbeitet werden. Bei großen Ausstellungsprojekten, die durch genehmigungspflichtige Baumaßnahmen begleitet sind, sind die genannten Fachleute ohnehin beteiligt. Sie kennen die genauen Vorgaben, die in den Landesbauordnungen der Bundesländer, aber auch in einzelnen Sonderbauverordnungen, wie zum Beispiel in der Versammlungsstättenverordnung, festgeschrieben sind und berücksichtigen diese in den Planungen.

In den großen Bereich des baulichen Brandschutzes gehören auch Maßnahmen wie die Sicherstellung der Zugänglichkeit aller Gebäudeteile für die Feuerwehr und die Einhaltung der Vorgaben für die Rettungswege.

Wenn eine Ausstellung in einem Gebäude realisiert wird, das baurechtlich und brandschutztechnisch zu einem früheren Zeitpunkt schon abgenommen wurde, ist der Ausstellungsbetreiber in der Pflicht: Er muss prüfen oder prüfen lassen, ob im Kontext der Umgestaltungsmaßnahmen eine Änderung der Nutzung vorliegt, ob tragende Teile des Gebäudes betroffen sind oder ob sonstige für den Brandschutz eventuell relevante Maßnahmen geplant sind. Falls einer oder mehrere dieser Punkte zutreffen, muss die Baumaßnahme durch das Bauamt genehmigt werden. Falls nicht, können kleinere Umbauten gegebenenfalls

auch ohne den Rückhalt eines Architekten oder Bauingenieurs geplant und realisiert werden. Dies birgt aber unter anderem auch das Risiko, dass existierende Brandschutzmaßnahmen aus Unwissenheit oder Unachtsamkeit ausgehebelt oder außer Kraft gesetzt werden. Ein Beispiel dafür könnte die Platzierung von Ausstellungsobjekten in Fluren und Treppenhäusern sein, die als Rettungswege für eine solche Nutzung tabu sind.

Im Gegensatz zu Schulen, Altersheimen oder Krankenhäusern finden in Museen und ähnlichen Institutionen nicht zwingend turnusmäßige Brandschauen statt. Unter Umständen bleiben deshalb Veränderungen an der Gefährdungslage oder an Brandschutzmaßnahmen lange Zeit unentdeckt. Eine dringende Empfehlung ist deshalb: Zu Beginn der Planungsphase, in der Mitte der Umsetzungsphase und ergänzend rechtzeitig vor der Eröffnung einer Ausstellung sollte die Gesamtsituation hinsichtlich möglicher Brandgefahren und unter Berücksichtigung der vorhandenen Brandschutzmaßnahmen gewissenhaft überprüft werden.

Letztendlich verbleibt die Verantwortung für die Einhaltung der baulichen Vorgaben und für den sicheren Betrieb eines Gebäudes bei dem Betreiber. Die Tatsache, dass kleinere Baumaßnahmen und Einbauten nicht unbedingt bauamtlich genehmigt werden müssen, spricht die Verantwortlichen im Schadensfall von ihrer sogenannten Verkehrssicherungspflicht nicht frei.

4. Werkstoffe für Ausstellungsstationen

Viele Ausstellungen haben den Anspruch, ihre spezifischen Botschaften spannend, erlebnisreich und eindrücklich zu vermitteln. Das hat nicht nur Auswirkungen auf die Gestaltung der Ausstellungsräume, sondern auch auf die Ausstellungsstationen bis hin zum einzelnen Exponat. In größer angelegten Ausstellungen verschwimmen deshalb oft die Grenzen zwischen Raum, Ausstattung, Präsentationsmöbel und Objekt. Ausstellungsstationen sind gleichzeitig Teil einer Inszenierung, Träger von Botschaften und Vermittlungsinstanz für Erlebnisse.

Aus diesen erweiterten Funktionen ergibt sich für Ausstellungsmacher eine sehr breite Palette an Werkstoffen und Produkten, die bei der Umsetzung von Ausstellungsstationen zum Einsatz kommen können. Zumeist sind dabei von dem Ausstellungsmacher und dem Ausstellungsteam sehr individuelle und auch innovative Lösungen gefragt: Spezialanfertigungen sind quasi die Regel. Es werden oft auch Ideen realisiert, die noch nie jemand in dieser Form umgesetzt hat.

Bei derlei anspruchsvollen Arbeiten sollten sich alle beteiligten Personen und Gewerke (Projektleiter, Konzepter, Gestalter, Techniker und Handwerker) möglichst frühzeitig und möglichst gut miteinander abstimmen. Grundkenntnisse über typische Werkstoffe

bilden dafür eine solide Basis. Parallel zu den gewünschten und geforderten Kreativ- und Innovationsleistungen behaupten sich die klassischen Anforderungen an Ausstellungsstationen und ihre Werkstoffe: Haltbarkeit und Belastbarkeit. Auch Eigenentwicklungen müssen sich unter diesen Aspekten beweisen.

Im folgenden Kapitel werden zunächst kurz die Basis-eigenschaften einer Auswahl typischer Werkstoffe beschrieben, um dann ihre Eigenschaften unter ökologischen Gesichtspunkten zu beleuchten.

Teilweise kommen für bestimmte Umsetzungen aber auch Standardprodukte oder Kombinationslösungen aus Eigenentwicklungen und zugekauften Elementen in Betracht. So können Wanderausstellungen in einigen Fällen sehr gut mit Messestandsystemen umgesetzt werden. Auch können fertig konfektionierte Vitrinen oder Leuchtkästen unter Umständen sinnvoll und ästhetisch ansprechend eingesetzt werden. Und vielleicht wird die Ausstellung auch mit den im Werbebereich üblichen Rollup-Displays beworben.

Die in der folgenden Tabelle genannten Materialien sind eigentlich Produktfamilien, deren einzelne Produktspezifikation je nach Hersteller und Ausführung stark voneinander abweichen kann. Die Tabelle soll einen groben Überblick ermöglichen. Die dort verzeichneten Einteilungen der Produktfamilien beziehen sich auf die gängigsten Produkte in den üblichsten Ausführungen. Sicherlich treffen sie nicht auf alle Produktvariationen zu. Zu den Details eines spezifischen Produktes sollten immer noch die entsprechenden Fachhändler befragt werden.

	Direktdruck	Kaschieren	Schneiden	Sägen & Fräsen	Außeneinsatz
Papier & Papierwerkstoffe					
Papierwerkstoffe mit Prägekern	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Spezialmesser	<input type="checkbox"/>
Wellpappe und Wabenplatte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Spezialmesser	<input type="checkbox"/>
Holz- & Holzwerkstoffe					
Nadelschnittholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1.)	bedingt
Konstruktions-Vollholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 1.)	<input checked="" type="checkbox"/>
Brettsperrholz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sperrholzplatte	beschichtet	beschichtet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Spezialprodukte
Spanplatte	beschichtet	beschichtet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MDF-Platte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Spezialprodukte
HPL-Platte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Wabenplatte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kunststoffe					
PVC-Platte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bedingt
Leichtstoffplatte (PS)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Leichtstoffplatte (PU)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hohlkammerplatte (PP)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HDPE-Platte (PE)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Bio-Kunststoffe (PLA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	bedingt
Transparente Kunststoffe					
Acrylglas (PMMA)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Polycarbonat (PC)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PET-Platte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verbundwerkstoffe					
Aluverbundplatte	bedingt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

1.) nicht CNC-fräsbar

Tabelle: Eigene Zusammenführung von Informationen aus unterschiedlichen Quellen.

4.1 Papier und Papierwerkstoffe

Papier ist ein leicht verfügbarer Werkstoff mit etlichen positiven Eigenschaften: Es ist in vielen Farben und Stärken (Grammaturen) erhältlich, leicht bedruckbar und mit einfachsten Werkzeugen zu schneiden.

Die ökologische Dimension des Werkstoffes Papier liegt auf der Hand: Es besteht aus nachwachsenden Rohstoffen und kann recycelt werden. Papiere und Papierwerkstoffe sind deshalb für viele Anwendungen im Ausstellungsbereich das naheliegende Ausgangsmaterial.

Recyclingpapiere

Wenn zur Produktion von Papier ein hoher Anteil an Altpapier eingesetzt wird, trägt das zur Schonung von Ressourcen, zum Schutz des Klimas und zur Verminderung des Abfallaufkommens bei.

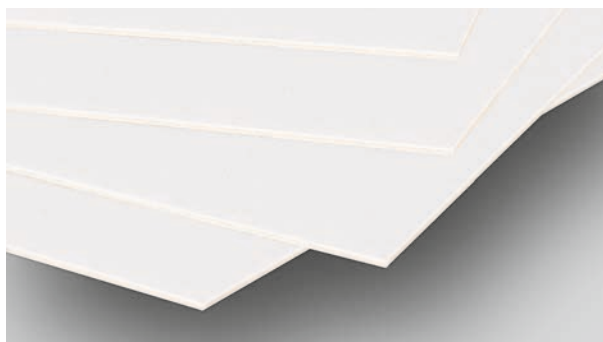
Beim ökologischen Systemvergleich schneiden Papierprodukte aus Altpapier gegenüber Papierprodukten mit überwiegendem Anteil von Primärfasern im Hinblick auf die Aspekte Ressourcenverbrauch, Abwasserbelastung, Wasser- und Energieverbrauch wesentlich günstiger ab.⁷ Recyclingpapiere sind an entsprechenden Zertifikaten und Labeln zu erkennen.

Papiere aus nachhaltiger Waldwirtschaft

Die fortschreitende Abholzung von tropischen Wäldern führt in vielen Teilen der Welt zu klimatischen Veränderungen mit weitreichenden ökologischen

Folgen. Daraus resultiert die Forderung vieler Umweltverbände, dass ausschließlich Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft für die Papierproduktion eingesetzt werden sollte. Für Papiererzeugnisse existieren mehrere Zertifikate und Gütesiegel, die die Herkunft aus nachhaltiger Waldwirtschaft prüfen. Beispiele sind der Blaue Engel, FSC und PEFC.

Displaypappe



Displaypappe, Foto: Kohlschein GmbH & Co. KG

Dieser feste weiße Karton besteht aus besonders glatten Kartondeckschichten und einer hellen Holzschleif-einlage. Im Gegensatz zu Graupappe und Finnpappe lässt sich das Material sehr gut direkt per Sieb- und Digitaldruck bedrucken. Es eignet sich darüber hinaus zum Kaschieren, Stanzen und Konturfräsen.

Durch die helle geschlossene Schnittkante kann Displaypappe auch in Bereichen angewendet werden, in denen eine offene Kante (zum Beispiel mit Prägekern) stören würde. Die Pappe hat eine gute Planlage

und ist weit weniger druckempfindlich als Leichtstoffplatten mit Polyurethankern. Displaypappe kann für Aufsteller und Deckenhänger sowie als Rückwandkarton genutzt werden und ist damit eine umweltschonende Alternative zu vielen Plattenmaterialien aus Kunststoff, wie PVC- und Polystyrolplatten.

Der Werkstoff ist vollständig recycelbar und wird über die Altpapier-Tonne entsorgt.

Papierwerkstoffplatte mit Prägekern



Papierwerkstoff mit Prägekern, Foto: 3A Composites

Papiere werden auch als mehrlagige Verbundwerkstoffe mit Prägekern angeboten. Dieser Werkstoff vereint durch seinen Aufbau viele positive Eigenschaften: Neben seinem geringen Gewicht sind dies zum Beispiel Biegesteifigkeit und gute Planlage bei glatter Oberfläche. Der Werkstoff kann im Siebdruck- und Digitaldruckverfahren direkt bedruckt werden. Ergänzend ist das Material auch für klassische Kaschierungen geeignet. Es ist mit einem Cutter oder mit einer Schlagschere

zu schneiden und eignet sich auch für viele Stanzverfahren. Auch Konturschnitte auf CNC-Fräsen sind bei Verwendung bestimmter Messertypen möglich.

Wie alle in diesem Kapitel beschriebenen Werkstoffe ist auch dieses Material zu hundert Prozent recyclingfähig und kann über die Altpapier-Tonne entsorgt werden.

Wellpappe

Wellpappe wird längst nicht mehr nur für Verpackungen eingesetzt. Im Kontext von Ausstellungen ist sie insbesondere für große, konturgeschnittene Aufsteller interessant. Diese können je nach Anforderung hinsichtlich Stabilität und Haltbarkeit in einer oder in mehreren Schichten produziert werden. Obwohl Wellpappe nicht witterungsbeständig ist, kann sie für manche Anwendungen die umweltfreundliche Alternative zu Aluminiumverbundplatten und PVC-Platten sein.

Über der Verwendung als Flächenmaterial hinaus kann Wellpappe durch die Verklebung vieler Schichten zu einem Block auch als raumgreifendes Material genutzt werden, dem durch moderne CNC-Fräsen mit bestimmten Messertypen fast jedwede Form gegeben werden kann. Zum Beispiel kann so aus einem Ausstellungslogo oder einem sonstigen Motiv ein nutzbares Sitzmöbel werden.

Wellpappe ist ein Recyclingprodukt und wird über die Altpapier-Tonne entsorgt.

Wabenplatte aus Karton



Wabenplatten aus Karton, Foto: Kohlschein GmbH & Co. KG

Wabenplatten aus Karton halten immer mehr Einzug in den Ausstellungsbereich. Ihre Deckschichten bestehen aus glattem, starkem Karton, ihre Mittellage bildet Kraftpapier in Wabenstruktur. Sie sind leicht und stabil, haben eine gute Planlage und eignen sich sehr gut für Direktdruckverfahren wie UV-Digitaldruck und Siebdruck.

Zuschnitte und Konturschnitte sind, ähnlich wie bei Wellpappe, problemlos möglich. Die Schnittkanten sind, sofern sie nicht durch einen Umleimer verdeckt werden, offen und zeigen die Wabenstruktur. Dies kann als Manko, aber auch als reizvolle Eigenschaft wahrgenommen werden.

Typische Einsatzzwecke sind große, konturge-schnittene Aufsteller und Displayelemente, aber auch Eventmöbel und andere Sonderanfertigungen. Ähnlich wie Wellpappe können auch Wabenplatten in vielen Schichten zu einem Block verklebt und als dreidimensionale Objekte genutzt werden.



Wabenplatte im Einsatz, Foto: Greenpeace-Zentrale Hamburg

Als voll recycelbarer Werkstoff sind Wabenplatten die umweltfreundliche Alternative zu Aluminiumverbundplatten und PVC-Platten, insbesondere, wenn sie nur für eine kürzere Zeit gebraucht werden.

/// *Wabenplatten sind auf eine spezielle Art charmant: Man sieht sofort, dass es ein Recyclingmaterial ist - gleichzeitig ist es cool und innovativ.*

Lisa Ziebertz, Die Etagen GmbH

4.2 Holz und Holzwerkstoffe

Holz und Holzwerkstoffe sind unter Ausstellungsmachern mit dem Schwerpunkt auf Umweltthemen vermutlich die beliebtesten Werkstoffe. Mit ihnen verbinden sich viele positive umwelt- und klimarelevante Eigenschaften und eine gute Umweltbilanz: Bäume sind ein nachwachsender Rohstoff, der in seiner Wachstumsphase Kohlenstoffdioxid bindet. Holz und Holzwerkstoffe sind aus ökologischer Sicht Werkstoffen überlegen, die fossile Rohstoffe nutzen, wie die meisten Kunststoffe. Weitere umweltrelevante Aspekte werden in den folgenden Absätzen genannt.

Aber auch hinsichtlich der Verarbeitungseigenschaften überzeugen Holz und Holzwerkstoffe: Sie sind relativ preisgünstig, einfach zu verarbeiten, robust und haptisch ansprechend. Holz und Holzwerkstoffe können aus diesen Gründen im Ausstellungsbereich praktisch als Universalwerkstoffe bezeichnet werden.

Nach der Besprechung der allgemeineren Kriterien und Eigenschaften werden produktspezifische Aspekte besonders typischer Holzwerkstoffe noch einmal detaillierter beleuchtet. Hier finden sich auch Informationen, die vorrangig oder ausschließlich für den konkreten Werkstoff relevant sind.

Ökologische Kriterien

Für die Bewertung der Umweltverträglichkeit von einzelnen Holzwerkstoffen sind neben der Herkunft der Rohstoffe besonders ihre Verarbeitung und die dafür eingesetzten Zusatzstoffe entscheidend. Als ökologischen Kriterien werden im Einzelnen betrachtet:

- * Nachhaltige Waldwirtschaft
- * Schadstoffe in Holzwerkstoffen
- * Anteil an Durchforstungs- und Schwachholz
- * Weiterverwendung und Entsorgung

Nachhaltige Waldwirtschaft

Eine vernünftige Waldbewirtschaftung bedient die Interessen der Holzwirtschaft und unterstützt gleichzeitig den Umwelt- und Klimaschutz. Bei der hiesigen Holzwirtschaft ist dies normalerweise gegeben. Der Standard für nachhaltige Waldwirtschaft ist in Deutschland hoch. Deshalb (und aufgrund der geringeren Transportdistanz) ist ein erstes Kriterium für ökologisch vertretbares Holz, dass es aus heimischen Wäldern, besser noch aus regionalen Waldbeständen stammt.

Wenn es einem Ausstellungsmacher um den Einkauf von Schnittholz geht und er dieses direkt von einem nahegelegenen Sägewerk beziehen kann, sollte er dies auch tun. In diesem Fall ist die Produktionskette sehr kurz und die Herkunft des Holzes gewiss. Wenn es allerdings um den Einkauf von Plattenmaterialien aus der Holzindustrie geht, ist es für die Endabnehmer und die dienstleistenden Betriebe (also zum Beispiel die Tischlereien) eher schwierig bis unmöglich, Gewissheit hinsichtlich der Herkunft der Rohstoffe

zu erlangen. Die Warenströme vom Schnittholz bis zur Auslieferung sind wenig bis gar nicht transparent.

Die in Deutschland führenden Umweltzertifikate für Holzprodukte sind der FSC (Forest Stewardship Council) und der PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes). Sie haben neben unterschiedlichen Schwerpunkten, Vergaberichtlinien und Kontrollmethoden das gemeinsame Ziel, nachhaltige Waldwirtschaft zu fördern.

Der Verzicht auf Tropenholz, insbesondere jedoch auf nicht zertifiziertes Tropenholz, sollte angesichts der voranschreitenden globalen Waldzerstörung eine Selbstverständlichkeit sein. Auch hierfür sind aus deutscher Sicht die zwei Zertifizierungssysteme FSC und PEFC führend.

/// Die Integration der Ausstellung in die Umgebung ist für uns sehr wichtig. Keine unnatürlichen Veränderungen vorzunehmen und zum Beispiel Materialien aus heimatischem Holz einzusetzen, hat für uns oberste Priorität.

Carina Meyer, Stiftung Freilichtmuseum am Kiekeberg

Schadstoffe in Holzwerkstoffen

Holz und Holzwerkstoffe können Schadstoffe enthalten und abgeben. In vielen von ihnen sind formaldehydbasierte Leime verarbeitet. Sie bilden die Hauptquelle für Formaldehyd-Emissionen in Innenräumen.⁸ Vor diesem Hintergrund wurde 2006 die Emissionsklasse E1 als europaweite Norm für alle Holzwerkstoffe eingeführt. In ihr wird für Formaldehyd ein Grenzwert von

Grenzwerte zur zulässigen Formaldehyd-Emission in Holzwerkstoffen im Vergleich.

Vorgaben	Grenzwert	Anmerkung
Richtlinie E1	0,125 mg/m ³	Emissionsklasse, die den in Deutschland gesetzlichen Grenzwert festlegt
Richtlinie E1 plus	0,080 mg/m ³	Verschärfte Emissionsklasse, die nicht gesetzlich vorgeschrieben ist
Blauer Engel	0,062 mg/m ³	Grenzwert entspricht 50 Prozent der gesetzlich zulässigen Formaldehyd-Emission
Natureplus	0,036 mg/m ³	Strenger Grenzwert. Insgesamt sehr anspruchsvolles Nachhaltigkeitslabel

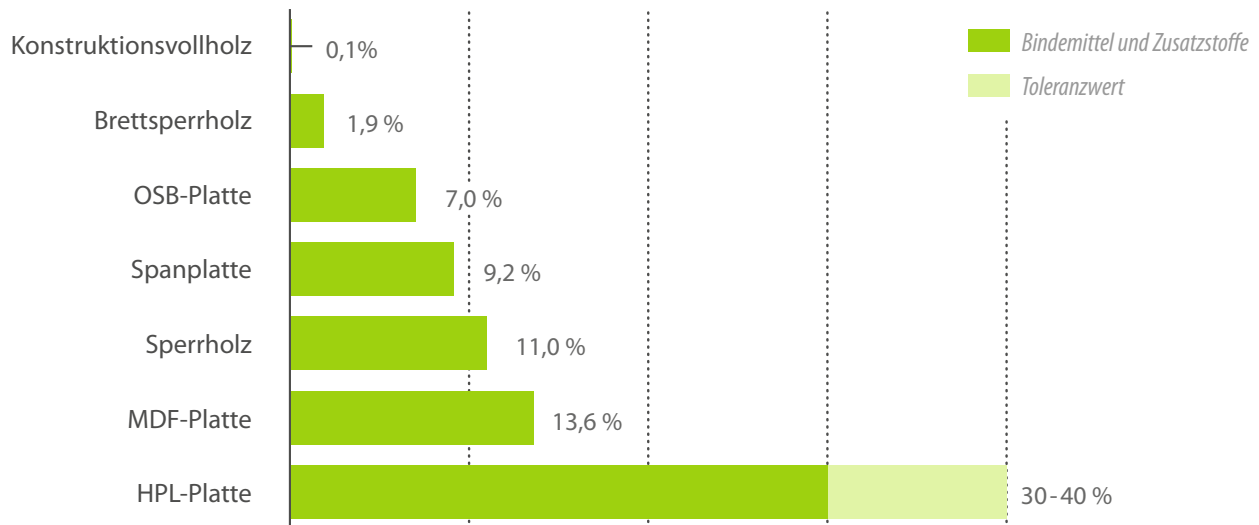
0,125 mg/m³ festgelegt. In Fachkreisen wird diskutiert, ob dieser Grenzwert zu hoch ist. Er liegt über dem von der Weltgesundheitsorganisation 2010 empfohlenen Leitwert von 0,100 mg/m³. Hinzu kommt, dass Formaldehyd seit dem 1.1.2016 im EU-Chemikalienrecht offiziell als Gefahrenstoff eingestuft wird, der Krebs erzeugen kann („Carc. 1B“).

Gütesiegel wie der Blaue Engel und Natureplus setzen auf niedrigere Grenzwerte für Formaldehyd, siehe Tabelle links. Sie berücksichtigen darüber hinaus weitere Kriterien für ihre Bewertungen. Zum Beispiel dürfen entsprechend zertifizierte Holzwerkstoffe keine Holzschutzmittel (Fungizide, Insektizide, Brandschutzmittel) sowie keine halogen-organischen Verbindungen enthalten.

Die in Materialtests gemessenen Emissionen berücksichtigen allerdings den Faktor der Weiterverarbeitung nicht, der entscheidend für die tatsächliche Emissionsbelastung in Räumen sein kann. Durch Lochen und Nuten kann sich die Materialoberfläche stark vergrößern und die Emissionswerte in die Höhe treiben. Dagegen bewirken Beschichtungen der Werkstoffe in der Regel eine Reduzierung der Emissionswerte.¹¹

Seit einigen Jahren nimmt die Bedeutung der Formaldehydleime in der Holzindustrie ab. Sie werden zunehmend durch Polyurethanleime (PMDI) ersetzt. Diese sind, bezogen auf den Herstellungsprozess, toxiologisch zwar auch nicht unbedenklich; ihre Inhaltsstoffe sind und bleiben aber im ausreagierten Zustand fest im Holzwerkstoff eingebunden.⁹

Bindemittelanteil in Holzwerkstoffen in Prozent. Eigene Darstellung basierend auf Angaben des Bauinformationsdienstes WECOBIS (www.wecobis.de).¹⁰



Ein weiterer Themenbereich im Kontext Emissionen sind flüchtige organische Verbindungen (VOC, Volatile Organic Compounds). Diese Stoffe kommen vor allem in Nadelhölzern und in daraus hergestellten Holzwerkstoffen vor, zum Beispiel in OSB-Platten. Grenzwerte für VOC sind aktuell (Stand 5/2016) nur in wenigen Gütesiegeln berücksichtigt.

Für Ausstellungsmacher, die die Schadstoffbelastung durch Holzwerkstoffe möglichst niedrig halten wollen, heißt dies Folgendes: Sie sollten möglichst auf Produkte zurückgreifen, die durch ein Label als besonders emissionsarm ausgewiesen sind. Sie können auch beim Hersteller erfragen, ob formaldehydhaltige Leime oder Polyurethanleime eingesetzt wurden. Oder sie können einen Holzwerkstoff verwenden, dessen Bindemittelanteil generell niedrig ist, was zwar keine Garantie für Emissions- und Schadstoffarmut ist, aber doch die Chance erhöht, dass die Werkstoffe weniger Schadstoffe enthalten.

Anteil an Durchforstungs- und Schwachholz

Es gibt mit den mittel- und hochdichten Faserplatten (MDF- und HDF-Platten) Holzwerkstoffe, für deren Produktion nicht zwingend Wertholz gefällt werden muss. Für ihre Herstellung wird Holz eingesetzt, das bei Durchforstungsmaßnahmen gewonnen wurde und das sich aus dünneren oder minderwertigen Rohholzbestandteilen zusammensetzt. Ergänzend werden Produktionsabfälle aus der Holzindustrie verwendet, wie zum Beispiel Hackschnitzel.

Die umfassende Nutzung von Rohstoffen ist positiv, der hohe Bindemittelanteil dieser Werkstoffe ist allerdings problematisch.

Weiterverwendung und Entsorgung

Ein Großteil des Gebrauchtholzes wird energetisch verwertet. Der kleinere Teil, etwa ein Fünftel der Gesamtmenge, geht als Sekundärrohstoff zurück in die Spanplattenproduktion.

Spanplatten sind ein Paradebeispiel für den Einsatz eines bunten Rohstoffmixes mit relativ hohem Recyclinganteil. Mit, auf den Holzanteil bezogen, fast siebzig Prozent Holzrohstoffen aus der Wieder- und Weiterverwertung können Spanplatten als weitgehendes Recyclingprodukt angesehen werden. Der große Anteil von etwa zwanzig Prozent Gebrauchtholz in Spanplatten ist allerdings nicht ganz unproblematisch: Die in dem Gebrauchtholz gegebenenfalls verarbeiteten formaldehydhaltigen Bindemittel verbleiben im Kreislauf und können sich so in den Holzwerkstoffen anreichern.

Mit ihrem hohen Gebrauchtholzanteil stehen Spanplatten unter den Holzwerkstoffen alleine da. Denn im Bereich der Sperrhölzer und OSB-Platten spielen recycelte Rohstoffe keine Rolle. Und auch in Mittel- und hochdichten Faserplatten (MDF- und HDF-Platten) werden nur Primärrohstoff eingesetzt, also Stoffe, die noch nicht anderweitig genutzt wurden.

Handwerkliche Kriterien

Neben den ökologischen Kriterien spielen bei der Auswahl der Holzwerkstoffe (zeitlich sogar eher vorgelagert) auch handwerkliche Kriterien eine große Rolle. Diese werden im Folgenden unter anderem deshalb etwas eingehender thematisiert, weil sie in

der Diskussion zwischen dem Ausstellungsmacher und der ausführenden Werkstatt letztendlich oft maßgeblich für die Entscheidung für oder gegen einen bestimmten Holzwerkstoff sind. In der Kenntnis und bewussten Abwägung dieser Kriterien in Relation zu den ökologischen Kriterien liegt ein großes Potenzial für verbesserte Lösungen. Es werden folgende handwerkliche Kriterien betrachtet:

- * Maßhaltigkeit und Formstabilität
- * Schnittkanten
- * Oberfläche (Planheit, Bedruckbarkeit)

Maßhaltigkeit und Formstabilität

Die Maßhaltigkeit und Formstabilität von Holz und Holzwerkstoffen ist vor allem abhängig von ihrer Spangröße. Bezogen auf Anwendungen in Innenräumen gilt die Regel: Je feiner die Spangröße des Holzwerkstoffes, desto geringer ist sein Quell- und Schwindverhalten. So verändern sich zum Beispiel MDF-Platten, aber auch Span- und Tischlerplatten nach der Verarbeitung praktisch nicht mehr. Vollholz dagegen reagiert deutlich stärker auf Veränderungen der Luftfeuchtigkeit. Kiefern-Vollholz zum Beispiel reagiert mehr als dreimal so stark auf Feuchtigkeit wie Sperrholz und mehr als dreißigmal so stark wie Tischlerplatte, Spanplatte oder MDF.

Objekte in Ausstellungen, die sehr präzise sein sollen (zum Beispiel Ausstellungsstationen mit beweglichen Teilen), werden deshalb in der Regel aus Holzwerkstoffen mit hoher Maßhaltigkeit und Formstabilität gebaut. Das Quell- und Schwindverhalten hat aber auch Auswirkungen auf die Oberflächenbehandlung: Besonders widerstandsfähige, schlagfeste Lackierungen

benötigen formstabiles Basismaterial, da sonst Spannungsrisse in der Oberfläche entstehen können.

Schnittkanten

Interaktive Ausstellungsstationen zu konstruieren, ist handwerklich anspruchsvoll. Derlei Objekte beinhalten häufig bewegliche Einzelemente, Eingriffe oder sonstige Aussparungen und damit viele Schnitt- oder Fräskanten, die in der Regel versäubert werden müssen. Glatte Kanten sind notwendig, damit diese bei Beanspruchung nicht ausreißen und damit sie gegebenenfalls lackiert werden können. Traditionell werden die Schnittkanten von Holzwerkstoffen im Möbel- und Ladenbau deshalb mit Anleimern versehen. Das kann gerade bei komplizierten Objekten sehr aufwendig sein.

Seit Ende der 1980er Jahre stehen dem Handwerk mit den mittel- und hochdichten Faserplatten (MDF- und HDF-Platten) Holzwerkstoffe zur Verfügung, die diesbezüglich viel einfacher und schneller zu verarbeiten sind. Ihre Schnittkanten brauchen aufgrund des homogenen Materialaufbaus keinen Umleimer und können frei profiliert werden. Neben weiteren technischen Vorzügen haben diese Eigenschaften zu einer rasanten Verbreitung der Faserplatten geführt.

Parallel dazu hat die Tendenz zur Materialtreue auch in die Ausstellungs-gestaltung Einzug gehalten. Holz soll wie Holz aussehen, und Schnittkanten dürfen die Zusammensetzung und innere Struktur des Materials zeigen. Insbesondere Sperrholz und die im weiteren Sinne dazugehörigen Multiplexplatten punkten mit sehr schönen „gestreiften“ Kanten. Andere Holzwerkstoffe, wie Tischlerplatten und

Spanplatten, machen unver säubert aber doch einen rohen, potenziell minderwertigen Eindruck.

Wenn sichtbare Schnittkanten als Stilmittel eingesetzt werden, sollten unbedingt emissionsarme Werkstoffe verwendet werden, da offene Schnittkanten Austrittsorte für Schadstoffe sein können.

Oberfläche (Planheit, Bedruckbarkeit)

Wenn die Oberfläche eines Holzwerkstoffes zum Kaschieren eines Drucks genutzt werden soll, was im Ausstellungsbereich eine häufige Vorgabe ist, sollte diese so plan und glatt wie möglich sein. Hierfür bieten sich aus handwerklicher Sicht industriell mit einem Laminat beschichtete Plattenwerkstoffe an. Die Art des Holzwerkstoffes spielt bei der Auswahl dann kaum noch eine Rolle, da alle Beschichtungen den für Kaschierungen nötigen Oberflächenkriterien genügen. Man kann also Sperrholz, Spanplatte, MDF-Platte oder ein anderes Material einsetzen, sofern andere Kriterien wie zum Beispiel die Schnittfläche oder der Bindemittelanteil nicht die Entscheidung beeinflussen. An diesem Punkt seien als mögliche Alternativwerkstoffe zu herkömmlichen Holzwerkstoffplatten auch Wabenplatten genannt, die sich durch plane, glatte Oberflächen bei extrem geringem Gewicht empfehlen.

MDF hat von Werk aus eine so feine Oberfläche, dass diese auch direkt bedruckt werden kann. Andere, nicht beschichtete oder furnierte Holzoberflächen mit mehr oder weniger natürlicher Holzstruktur, zum Beispiel Tischlerplatten, weisen in der Regel eine zu raue Oberfläche auf, um einen Direktdruck zu ermöglichen.

Spannend im Zusammenhang mit Bedruckung sind noch HPL-Platten, die in einer speziellen Technik

mit einem Druck versehen werden können. Hier wird zunächst ein Druck auf einem Spezialpapier erstellt, der dann unter Einsatz von Melaminharzen mit dem Rest der HPL-Platte verpresst wird. Auch diese Technik des in das Material integrierten Druckes kann unter ökologischen Kriterien nur schwer bewertet werden. Die Tatsache, dass HPL den höchsten Bindemittelanteil der hier betrachteten Holzwerkstoffe hat, spricht nicht gerade für diese Technik.

Übersicht typischer Holzwerkstoffe

Holz und Holzwerkstoffe werden im Zusammenhang mit Ausstellungen vor allem für den Innenausbau der Ausstellungsräume und ihre Innenausstattung einschließlich des Exponatebaus eingesetzt.

Während Vollholz und vollholzähnliche Werkstoffe zumeist in konstruktiven Bereichen eingesetzt werden, sind die stark weiterverarbeiteten Holzwerkstoffplatten eher der Innenausstattung und dem Exponatebau dienlich. Spanplatten werden in beiden Bereichen eingesetzt. Sie sind insofern eine Sonderform, als sie als Rohspanplatte vorrangig im Innenausbau und als beschichtete Spanplatte vorwiegend in der Innenausstattung eingesetzt werden.

Brettsperrholz wird aktuell im Ausstellungsbau nur wenig eingesetzt, verdient aber unter ökologischen Kriterien eine besondere Beachtung: Es ist aufgrund geringer Bindemittelanteile „von Natur aus“ eher emissionsarm, hat noch relativ gute Werte für Maßhaltigkeit und Formstabilität und kann deshalb viele Nachteile von Vollholz ausgleichen.

Nadelschnittholz (Bauholz)



Nadelschnittholz, Foto: Informationsdienst Holz

Nadelschnittholz wird aus in Längsrichtung gesägtem Rundholz und Holz mit großem Querschnitt hergestellt. Aus einem Stamm können so Balken, Bohlen, Bretter, Vierkanthölzer oder Latten erzeugt werden. Das Holz wird für den Verkauf auf die gewünschte Zielfeuchte getrocknet. Als Bauholz zugelassenes Nadelschnittholz wird im Kontext von Ausstellungen vor allem im Innenausbau für konstruktive Zwecke eingesetzt, zum Beispiel für die Rahmenkonstruktion von Zwischenwänden.

Nadelschnittholz wird vorwiegend aus Fichte, Kiefer und Tanne hergestellt, also potenziell hiesigen Rohstoffen. Einer Ökobilanzstudie¹² nach legt es eine durchschnittliche Transportdistanz von 111 km zurück, über achtzig Prozent der Holzrohstoffe stammen aus Deutschland. Man kann somit von überwiegend regionalen Quellen sprechen.

Konstruktionsvollholz (KVH)



Konstruktionsvollholz, Foto: Informationsdienst Holz

Konstruktionsvollholz ist ein industriell gefertigtes Produkt für tragende Konstruktionen und wird in Balkenform geliefert. Es besteht aus verleimten Bohlen oder Kanthölzern aus Nadelholz, in der Regel Fichte, seltener Tanne, Kiefer, Lärche oder Douglasie. Es ist sehr formstabil und neigt kaum zur Rissbildung. Außerdem entspricht es erhöhten Anforderungen an die Oberfläche gegenüber üblichem Schnittholz. Konstruktionsvollholz ist unter anderem aufgrund seines geringen Bindemittelanteils ein empfehlenswerter Werkstoff

OSB-Platte (Oriented Strand Board)



OSB-Platte, Foto: Informationsdienst Holz

Für die OSB-Platten, auch Grobspanplatten genannt, werden, wie der englischsprachige Name schon sagt, spezielle längliche Holzspäne, die sogenannten Strands, verwendet. In Deutschland bestehen sie überwiegend aus Kiefern- und Fichtenholz. Durch eine kreuzförmige Anordnung erhalten die Platten eine hohe Festigkeit.

OSB-Platten werden in Ausstellungen meist als Verlegeplatten im Fußbodenbereich sowie im sonstigen Innenausbau eingesetzt. Der Nutzungsbereich im Innenausbau entspricht teilweise dem von Spanplatten, wobei OSB-Platten gegenüber Spanplatten eine deutlich höhere Festigkeit besitzen. Im Möbelbau findet OSB üblicherweise kaum Verwendung. Als Bindemittel wird in OSB-Platten vor allem Polyurethanleim (PMDI) eingesetzt, was zur Folge hat, dass bei diesen das Thema Formaldehyd-Emission praktisch keine Rolle spielt. In Fachkreisen wird allerdings bezogen auf OSB-Platten über die Emission von flüchtigen organischen

Verbindungen (VOC) und daraus möglicherweise resultierende gesundheitliche Auswirkungen diskutiert. Hierzu gibt es allerdings aktuell noch keine allgemein akzeptierte Klärung oder auch gesetzliche Bestimmung.

Für den Ausstellungsbetrieb sind ganz praktische Maßnahmen empfehlenswert: Bei Verwendung von Holzwerkstoffplatten, insbesondere von OSB-Platten, sollte zumindest in der Anfangsphase stark gelüftet werden.¹³

Für die OSB-Herstellung wird Kiefern- und Fichtenholz aus Durchforstungsmaßnahmen genutzt. Es kommen für die Herstellung von OSB-Platten im Gegensatz zu Spanplatten keine Recyclingmaterialien oder Produktionsabfälle zum Einsatz. Der Energieaufwand zur Herstellung von OSB ist gegenüber konventionellen Spanplatten erhöht.

Brettsperrholz (BSP)



Brettsperrholz, Foto: Informationsdienst Holz

Brettsperrholz (BSP) ist ein flächiges Holzprodukt, das in der Regel aus mindestens drei, oft auch aus fünf oder sieben kreuzweise miteinander verklebten Lagen aus Nadelvollholz, vorwiegend Fichte, besteht.

Der typische Einsatzbereich dieses Werkstoffes liegt fern der üblichen Anwendungsbereiche in Ausstellungen, nämlich im Bereich tragender Bauteile.

Der Werkstoff wird hier aufgeführt, weil er als alternatives Plattenmaterial mit sehr geringem Bindemittelanteil auskommt. Die Platten vereinen den Charme von Vollholz und die Vielseitigkeit von konventionellen Plattenmaterialien, da sie formstabil und spaltsicher sind. Bisher findet Brettsperrholz in dieser Form jedoch kaum Verwendung.

Die Verleimung erfolgt hauptsächlich mittels Melamin-Urea-Formaldehyd-Klebstoffen (MUF) und Polyurethan-Klebstoffen (PUR). Der Bindemittelanteil ist minimal höher als beim Konstruktionsvollholz, aber im Vergleich mit anderen Holzwerkstoffplatten noch sehr niedrig.

Spanplatte

Spanplatten bestehen hauptsächlich aus kleinteiligen Holzpartikeln, die mit Bindemitteln unter Einwirkung von Hitze verpresst werden. Üblich sind Platten, deren äußere Schichten aus feinerem Spanmaterial bestehen, zwischen denen eine dickere Schicht mit größeren Spänen liegt.

Verschiedene Qualitätsklassen von P1 bis P7 eignen sich für verschiedene Einsatzzwecke, die aufsteigend auch den Feuchtbereich und statisch tragende

Anwendungen einschließen. Rohspanplatten werden bei Ausstellungen vor allem im Innenausbau eingesetzt. In diesem Bereich sind sie teilweise übereinstimmend mit den Anwendungsbereichen von OSB-Platten.

Ein Nachteil von Spanplatten ist ihre geringe Spannkraft, die deutlich hinter jener von Naturholz liegt. Schrauben, die angebracht werden, reißen leicht aus.



Spanplatte, Foto: Informationsdienst Holz



Beschichtete Spanplatten, Foto: abasler, Fotolia.com

Als Bindemittel werden in Spanplatten meist immer noch formaldehydhaltige Leime, zunehmend aber auch Polyurethanleime (PMDI), eingesetzt, die die Emissionswerte stark minimieren. Es wird vor diesem Hintergrund empfohlen, Spanplatten so zu verbauen, dass keine offenen Schnittkanten verbleiben. Generell schneiden hinsichtlich Emissionen beschichtete Spanplatten besser als Rohspanplatten ab.

Mit, auf den Holzanteil bezogen, nahezu siebzig Prozent Holzrohstoffen aus der Weiter- und Wiederverwertung, kann die Spanplatte als weitgehendes Recyclingprodukt bezeichnet werden.

Auch in Sachen Energieaufwand sammelt das Produkt Pluspunkte: Im Vergleich zu den Holzwerkstoffen OSB sowie mitteldichte und hochdichte Faserplatte (MDF und HDF) ist der Energieaufwand in der Spanplattenherstellung am geringsten.

Beschichtete Spanplatten werden in Ausstellungen insbesondere für Flächenanwendungen eingesetzt, in denen Schnittkanten konstruktiv eingebettet sind.

Zur Beschichtung der Rohspanplatten, aber auch anderer Holzwerkstoffe, werden in der Regel melaminharzgetränkte Dekorpapiere verwendet, die teilweise ohne weitere Bindemittel mit der rohen Platte verpresst werden können und dabei aushärten. Je nach verwendeten Pressblechen ergeben sich glatte oder strukturierte Oberflächen. Es sind unterschiedliche Farben und Oberflächenstrukturen erhältlich, zum Beispiel einfarbig, metallicfarben, mit Holzdekor und Matt-Glanz-Effekt.

Eine Beschichtung wirkt sich merklich auf die Ausgasung der Spanplatten aus. Sie geben in Tests kaum Schadstoffe ab.

Sperrholz (Tischlerplatte, Multiplex & Co)



Sperrholz, Foto: Informationsdienst Holz

Sperrholz ist ein Sammelbegriff für Holzwerkstoffplatten, die aus mindestens drei Holzlagen bestehen, die in der Regel rechtwinklig zueinander angeordnet und miteinander verklebt sind. Das Ausrichten der Maserung gegeneinander erhöht die Formstabilität der Platten. Je nachdem, aus was die Lagen des Sperrholzes bestehen, wird Sperrholz unterschieden in Brettsperrholz (in eigenem Absatz beschrieben), Tischlerplatte (Stab- und Stäbchensperrholz), Furniersperrholz und Multiplexplatte. Letztere ist aus gleich starken Furnierlagen aufgebaut und hat eine höhere Biegesteifigkeit als Furniersperrholz.

Je nach Art der verwendeten Bindemittel ist Sperrholz vor allem für den Innenbereich und nur bedingt für den Außenbereich verwendbar. Es gibt allerdings Spezialprodukte für Außenanwendungen.

Im Ausstellungskontext werden die verschiedenen Sperrholzarten, insbesondere Multiplexplatten, häufig für den Bau von Ausstellungsstationen eingesetzt,

die hohen Beanspruchungen unterliegen, wie zum Beispiel interaktiven Spielstationen mit beweglichen Elementen.

Bei der Produktion von Sperrholz werden in der Regel formaldehydhaltige Bindemittel (MUF oder PF) eingesetzt. Der durchschnittliche Bindemittelanteil für Sperrholz liegt sehr deutlich über dem von Brettsperrholz und nur wenig unter dem von MDF. Sperrholz hat aufgrund seiner gestreiften Schnittkante, die noch den Rohstoff Holz erkennen lässt, in Relation zu MDF einen gewissen „Öko-Charme“. Dieser lässt sich durch die vorliegenden Informationen bezüglich Bindemittelanteil und einem vergleichsweise hohen Energieaufwand bei der Produktion allerdings nicht bekräftigen.

MDF- und HDF-Platte



MDF-Platte, Foto: Informationsdienst Holz

Die Kürzel MDF und HDF stehen für mitteldichte und hochdichte Faserplatten. Die Herstellung der Platten erfolgt auf ähnliche Weise wie bei Spanplatten.

Das verwendete Holz wird jedoch feiner gemahlen und unter Zugabe von Klebstoffen zu einer sehr dichten homogenen Platte gepresst. Die Schnittkanten sind glatt und fest und müssen deshalb nicht mit Anleimern versäubert werden, wie dies bei Spanplatten üblich ist.¹⁴

Im Ausstellungsbereich werden MDF- und HDF-Platten im Innenausbau, vor allem jedoch im Bereich der Innenausstattung, das heißt im Möbelbau, verwendet. Sie sind aufgrund ihres homogenen Aufbaus sehr präzise zu bearbeiten. MDF und HDF können direkt bedruckt, lackiert, mit Folie beklebt oder pulverbeschichtet werden. MDF-Platten können zudem vom Hersteller gleichmäßig eingefärbt werden.

Als Bindemittel für MDF und HDF werden meist formaldehydhaltige Leime (UF oder MUF), zunehmend aber auch formaldehydfreie PMDI-Leime eingesetzt. Der durchschnittliche Bindemittelanteil einer klassisch produzierten MDF- und HDF-Platte liegt an der Spitze der hier besprochenen Holzwerkstoffe, ausgenommen von HPL, das noch einen weit höheren Bindemittelanteil hat. Bei Verwendung von PMDI-Bindemitteln verringert sich der Bindemittelanteil.

Für die Herstellung von MDF und HDF wird zumeist hundert Prozent Frischholz, vor allem Nadel- und seltener Laubholz, eingesetzt. Dabei handelt es sich vor allem um Holz aus Durchforstungsmaßnahmen, daher aus dünneren oder minderwertigen Rohholzbestandteilen. Darüber hinaus wird Holz aus Produktionsabfällen der Holzindustrie zugesetzt, das vorher keiner anderweitigen Nutzung unterlag und deshalb als Primärrohstoff gilt.

Gegenüber der Spanplattenherstellung ist für die MDF- und HDF-Herstellung ein erhöhter Energiebedarf

festzustellen. Das liegt zum einen an dem relativ hohen Bindemittelanteil und zum anderen an den energieintensiven Prozessen des Kochens und Zerkleinerns des Rohstoffes.

HPL-Platte



Möbel aus HPL-Platte mit individuellem Motiv, Foto: Resopal GmbH

HPL steht für „High-Pressure-Laminate“ und markiert den Grenzbereich zwischen Holzwerkstoff und Kunststoff. Das Material wurde in den fünfziger Jahren durch den Einsatz in Küchen, bei Frühstücksbrettchen oder Möbeln bekannt.

Je nach Plattendicke werden unterschiedliche Bezeichnungen genutzt (HPL-Elemente, HPL-Platte oder HPL-Kompaktplatte), die aber hier nicht im Einzelnen unterschieden werden. HPL-Werkstoffe bestehen aus mehreren Lagen von mit Phenolharz imprägnierten Zelluloseschichten als eigentlichem Träger und einem darüber liegenden, melaminharz imprägnierten Dekorpapier. Die Schichten werden bei hoher Temperatur

und hohem Druck verpresst. Dabei verändern die Harze in den Papierschichten ihre Molekularstruktur und vernetzen sich unlösbar miteinander.

Diese Zusammensetzung ist aufgrund des hohen Bindemittelanteils (dreißig bis vierzig Prozent) nur bedingt umweltfreundlich.

Für den Ausstellungsbereich ist dieser Werkstoff interessant, weil er besonders stoß-, schlag-, kratz- und abriebfest ist. Er ist außerdem lichtecht und witterungsbeständig. HPL-Platten sind leicht zu reinigen und unempfindlich gegenüber vielen Chemikalien. Im Vergleich zu lackierten Flächen sind sie deutlich belastbarer und beständiger gegenüber Hitze und Feuchtigkeit. Die dünneren HPL-Elemente können als Beschichtung auf verschiedene Träger (Holzwerkstoffe wie Spanplatten, mineralische und wasserfeste Träger oder Leichtbauträger) aufgebracht werden. Die Oberfläche kann mit einer fühlbaren Struktur oder verschiedenen Glanzgraden versehen werden.

Im Ausstellungsbereich werden HPL-Platten aufgrund der verfügbaren Vielfalt an Farben und Dekoren für den Innenausbau und die Innenausstattung sowie als Untergrund für Kaschierungen eingesetzt. Einige HPL-Hersteller bieten auch die gestalterisch verlockende Möglichkeit, Drucke direkt in das Plattenmaterial einzuarbeiten. Die HPL-Hersteller kooperieren dafür mit Zulieferfirmen. Gedruckt wird auf einem Dekorpapier, das mit transparentem Melaminharz getränkt und dann verpresst wird. So können auch individuelle Motive in großflächige Wandgestaltungen integriert werden.

Aufgrund ihrer Robustheit und Witterungsbeständigkeit eignen sich HPL-Platten auch als Basismaterial

für Schautafeln im Außenbereich. Durch das oben beschriebene Verfahren können auch für diesen Einsatzbereich die Drucke in das Material integriert werden und sind damit besonders gut geschützt.

Die für die Herstellung von HPL verwendeten Kraft- und Dekorpapiere sind zumeist ungebleichte Zellstoffe, also nachwachsende Rohstoffe. Für ihre Verleimung werden standardmäßig formaldehydhaltige Bindemittel, genauer Phenol- und Melamin-Formaldehydharze, eingesetzt, und zwar in großen Mengen. Der Bindemittelanteil liegt WECOBIS zufolge zwischen dreißig und vierzig Prozent und damit weit über dem anderer Holzwerkstoffe.

Wabenplatte mit Holzwerkstoff-Deckschichten

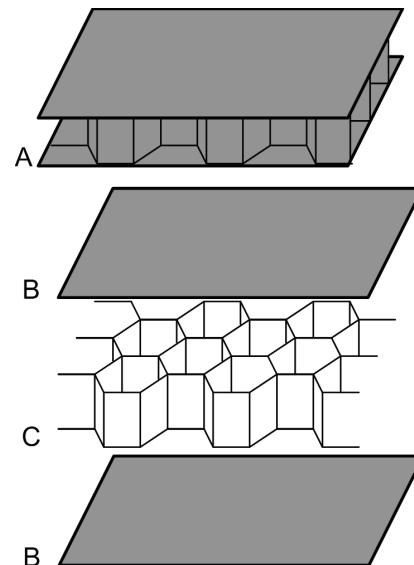
Genau genommen sind Wabenplatten mit Holzwerkstoff-Deckschichten Verbundwerkstoffe, da sie mit ihrer Mittellage aus Kraftpapier aus zwei unterschiedlichen Werkstoffen bestehen. Weil aber ihr gemeinsamer Rohstoff auf Holzfasern basiert, werden sie in diesem Kapitel besprochen.

Ihre dreischichtige Bauweise bewirkt bei wenig Materialeinsatz und geringem Eigengewicht eine hohe Stabilität und Biegefestigkeit.¹⁵ Diese Eigenschaften können Ressourcen und Energie sparen und sind deshalb für viele Anwendungen im Ausstellungsbereich sehr interessant. Die Wabenplatten können ohne Bekantung oder auch als fertig konfektionierte Elemente mit Sonderausstattungen geliefert werden. Für die Deckschichten können fast alle typischen

Holzwerkstoffe eingesetzt werden, so zum Beispiel Span- und Sperrholzplatten, MDF- und HDF-Platten, Furniere oder Lamine.

Wabenplatten können als Ersatz für massive Holzwerkstoffe im Bereich der Innenausstattung und des Möbelbaus eingesetzt werden. Sie eignen sich gut für die Umsetzung modularer Wandsysteme und sie können auch eine Alternative zu klassischen Druckuntergründen aus Kunststoff sein.

Das innere Wabenmaterial wird in der Regel aus hundert Prozent Recyclingpapier hergestellt.



Sandwichplatte (A) mit tragenden Deckhäuten (B) und Stützkern in Wabenform (C). Abbildung: George William Herbert¹⁶

4.3 Kunststoffe

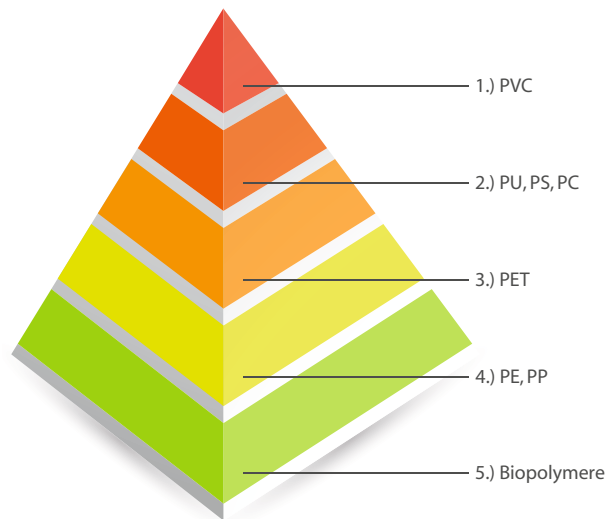
Die meisten Kunststoffe, die in Ausstellungen eingesetzt werden, sind Thermoplaste oder Duroplaste. Sie können sehr unterschiedliche Eigenschaften haben, die durch die Beimischung von Additiven exakt auf den angestrebten Verwendungszweck eingestellt werden. Additive sind zum Beispiel Weichmacher, Stabilisatoren, Farbmittel, Füllstoffe, Verstärkungsmittel, Flammschutzmittel und Antistatikmittel.

Die wichtigste Rohstoffquelle für die Kunststoffproduktion ist Erdöl, außerdem Erdgas und Kohle. Diese fossilen Brennstoffe sind in ihrem Vorkommen begrenzt.

Fast alle Kunststoffe sind zum Teil recycelbar. Aber recycelbar ist nicht immer gleichzusetzen mit umweltfreundlich. Bei manchen Kunststoffen geht mit Recyclingprozessen ein starker Qualitätsverlust einher, da eine sortenreine Sortierung und damit ein geradliniger Wiederverarbeitungsprozess zum ursprünglichen Material oft nicht möglich sind (Downcycling). Entscheidender für die ökologische Bewertung eines Materials ist also weniger die Aussage, dass es recycelbar ist, als vielmehr die Frage, ob der Lieferant das Material zurücknimmt und wie viel von dem Material mit welchem Aufwand tatsächlich recycelt wird.

Die Grafik rechts, die Kunststoffpyramide, gibt eine grobe Orientierung hinsichtlich der Umweltverträglichkeit verschiedener Stoffgruppen, die im Ausstellungsbereich zumeist als Kunststoffplatten eingesetzt werden. In dieser steht zum Beispiel PVC mit seinem hohen Chlorverbrauch in der Produktion

und dem Einsatz von problematischen Weichmachern und Stabilisatoren am oberen Ende der kritischen Skala und sollte möglichst vermieden werden. Hinweis: In einzelnen Stoffgruppen können die konkreten Zusammensetzungen für die eigentlichen Produkte sehr unterschiedlich sein, und Produktionsprozesse und Rezepturen können sich ändern.



Die Abbildung kategorisiert die Umweltverträglichkeit diverser Kunststoffe. Rot und Rottöne kennzeichnen die Kunststoffe, die vermieden werden sollten. Grafik: Erstellt durch Die Etagen GmbH auf Basis einer Grafik von Greenpeace Schweiz.¹⁷

Einige dem Ausstellungsbereich und der Werbetechnik zuzuordnenden Produkte sind eigentlich Verbundstoffe, die aus einem Schaumkern und Deckschichten bestehen. Diese sind trotzdem hier aufgeführt, weil ihr Kunststoffanteil deutlich überwiegt. Bei allen

Werkstoffen, aber insbesondere auch bei denen aus Kunststoff, müssen die gesetzlichen Brandschutzbestimmungen sehr genau beachtet werden. Im Brandfall können sehr problematische Schadstoffe in die Luft gelangen.

PVC-Platte



PVC-Platten, Foto: 3A Composites

Die Abkürzung PVC steht für Polyvinylchlorid. Es gilt als einer der wichtigsten thermoplastischen (also verformbaren) Massenkunststoffe.¹⁸ Die Rohstoffquellen für PVC sind Erdöl und Erdgas sowie Steinsalz.

Polyvinylchlorid wird im Ausstellungskontext vor allem als Hartschaumplatte eingesetzt. Der Werkstoff eignet sich als Untergrund zur Kaschierung mit Folien drucken und ist außerdem direkt bedruckbar.

Klassische Messebausysteme, die auch oft bei Wanderausstellungen eingesetzt werden, nutzen die weißen, glatten Vollkunststoffplatten als dünne, austauschbare Wandelemente.

PVC-Platten haben eine hohe Stabilität bei geringem Gewicht. Sie sind witterungsbeständig und können deshalb auch im Außenbereich eingesetzt werden.

PVC ist ein recht spröder Kunststoff, der durch Weichmacher und Stabilisatoren in seinen Eigenschaften angepasst wird. Diese Zusätze können krebserregende und das menschliche Hormonsystem beeinflussende Stoffe enthalten. Problematisch an diesem Werkstoff ist aus Umweltgesichtspunkten außerdem der hohe Chlorverbrauch bei der Produktion.

Verpackungen aus PVC werden im gelben Sack oder in der Wertstofftonne gesammelt. Andere Produkte aus PVC gehören je nach Menge in den Restmüll oder werden einem zertifizierten Entsorger übergeben. In der Regel wird PVC in Müllverbrennungsanlagen verwertet. Es gibt allerdings mittlerweile für Bauprodukte aus PVC ein deutschlandweites Rücknahmesystem, das dazu beiträgt, dass der Anteil an recyceltem PVC wächst.

Vor diesem Hintergrund bieten inzwischen auch mehrere Hersteller PVC-Hartschaumplatten aus Recyclingmaterial für den Ausstellungsbereich an. Das PVC wird dafür gesammelt, sortiert, zerkleinert und neu geformt. Um optisch ansprechende und bedruckbare Platten herzustellen, muss das recycelte Material durch neues ergänzt werden. Dafür wird um einen schwarzen Recyclat-Kern Neu-PVC aufgebracht. Dadurch entstehen Platten, die bis zu achtzig Prozent Recyclat enthalten.¹⁹ Diese können dieselben Problemstoffe enthalten wie das Ausgangsmaterial, insbesondere also Weichmacher und Stabilisatoren.

Auf den Einsatz von PVC-Materialien sollte verzichtet werden. Es gibt für praktisch alle typischen PVC-Produkte zahlreiche Alternativen.

Leichtstoffplatte mit Polyurethankern (PU)



Leichtstoffplatten mit Polyurethankern, Foto: 3A Composites

Leichtstoffplatten mit einem Kern aus geschäumtem Polyurethan werden mit unterschiedlichen Deckschichten und in diversen Ausstattungen angeboten: Papier, Karton, PET-Kunststoff und Aluminium. Die Platten sind besonders leicht, haben eine gute Planlage, sind aber oft sehr stoßempfindlich.

Man verwendet diese Leichtstoffplatten im Ausstellungskontext gerne in allen Bereichen, die keiner mechanischen Belastung ausgesetzt sind, wie etwa für Deckenhänger, zum Aufziehen von geschützt präsentierten Grafiken und für den Modellbau. Da man viele dieser Leichtstoffplatten mit einem Cutter (Teppichmesser) zuschneiden kann, benötigt man nicht unbedingt eine Werkstatt oder professionelle Werkzeuge zur Verarbeitung.

Polyurethan ist unter ökologischen Gesichtspunkten in mancher Hinsicht problematisch. Im klassischen Herstellungsprozess werden gesundheitsgefährdende Stoffe wie Chlor und Isocyanate eingesetzt und

teilweise auch hochgiftige Zwischenprodukte wie Phosgen gebildet.

Die wenigen existierenden Recyclingprozesse für Polyurethan beschränken sich meist auf die Verwertung von Schaum Ausschüssen aus der industriellen Produktion und generieren als Downcycling-Prozesse vorwiegend minderwertigere Materialien. Der weitaus größte Teil von PU-Abfällen wird in Müllverbrennungsanlagen entsorgt. Dementsprechend wird PU über den Restmüll (und nicht etwa den gelben Sack) oder direkt über Entsorgungsbetriebe entsorgt. Die teilweise angebotenen Rücknahmesysteme einiger Hersteller führen das zurückgenommene Material in der Regel auch nur eigenen Verbrennungsanlagen zu.

Zu Leichtstoffplatten mit PU-Kern gibt es gute Alternativen im Bereich der Papierwerkstoffe.

Leichtstoffplatte aus Polystyrol (PS)



Leichtstoffplatten aus Polystyrol, Foto: 3A Composites

Diese Leichtstoffplatten bestehen aus einem Kern von geschäumtem Polystyrol und Deckschichten aus Massivpolystyrol. Es handelt sich damit um einen sortenreinen Verbund. Durch den Verbund von Schaummaterial mit festeren Deckschichten wird eine hohe Steifigkeit bei geringem Gewicht erreicht.

Die Platten sind auch im Großformat erhältlich und können mit den üblichen Plattensägen zugeschnitten und mit CNC-Fräsen konturgefräst werden.

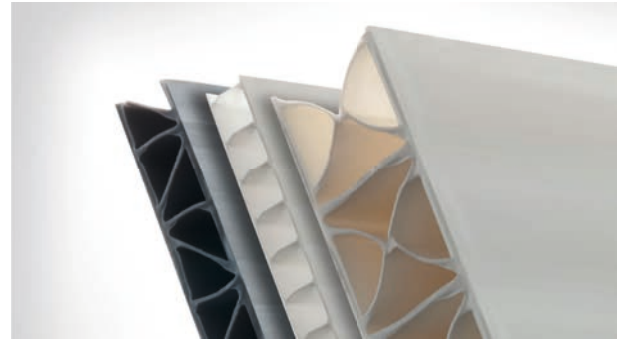
Ihre Oberflächen können mit Dekor- und Beschriftungsfolien beklebt werden. Sie sind außerdem für den direkten Digitaldruck geeignet.

Polystyrol ist physiologisch unbedenklich und auch für Lebensmittelverpackungen uneingeschränkt zugelassen. Allerdings enthalten die Polystyrolplatten oft Flammschutzmittel, die giftig sein können.

Polystyrol kann theoretisch vollständig recycelt werden, wegen Verschmutzungen und Vermischungen geschieht dies aber selten. Aufgrund der sehr geringen Schüttdichte entstehen zudem hohe Transportkosten. Polystyrol-Abfälle werden auf diesem Hintergrund vorwiegend in Müllverbrennungsanlagen verwertet.

Hohlkammerplatte aus Polypropylen (PP)

Hohlkammerplatten werden in der Regel aus Polypropylen (PP) hergestellt und sind in unterschiedlichen Profilen erhältlich. Das Plattenmaterial kennen Endverbraucher am ehesten von Wahlplakaten, die heute oft aus Hohlkammerplatten gefertigt werden. Die Platten zeichnen sich durch ein geringes Gewicht bei hoher Stabilität aus. Sie haben eine plane Oberfläche, die



Hohlkammerplatten aus Polypropylen, Foto: KIBO Kunststoffe GmbH

sich auch für Direktbedruckung eignet. Die Plattenstruktur mit Stegen macht die Platten vielseitig und multifunktional einsetzbar. Für besonders anspruchsvolle Aufgaben hinsichtlich Stabilität gibt es Profile mit innen gekreuzten Stegen.

Im Ausstellungsbereich werden PP-Platten im Modellbau sowie als Trägerelement für Plakate oder Displays bis hin zu Großtransparenten im Außeneinsatz benutzt. Im Messebau finden sie auch als Wandsystem Verwendung.

Im Vergleich mit anderen Kunststoffen muss, WECOBIS zufolge, bei der Herstellung von Polypropylen weniger Energie aufgewendet werden. Der Herstellungsweg verläuft nur über wenige Zwischenschritte und ist demnach vergleichsweise einfach und kurz. Produktionsabfälle können wieder als Rohstoff eingesetzt werden. Dass Schadstoffe aus Polypropylenprodukten abgegeben werden, erscheint unwahrscheinlich, da diese Produkte für gewöhnlich keine Weichmacher enthalten (WECOBIS). Polypropylen (PP) gilt zusammen mit Polyethylen (PE) als weniger schädlicher Kunststoff.

Für Ausstellungsmacher, die nicht auf die Verwendung von Kunststoffen verzichten wollen oder können, stellen Hohlkammerplatten aus Polypropylen eine umweltschonendere Alternative zu den problematischeren Kunststoffen, insbesondere zu PVC, dar.

HDPE-Platte (PE-HD)



Spielgerät aus PE-HD / HDPE-Platten, Foto: Ekon BV

Die Kürzel PE-HD beziehungsweise HDPE stehen für Polyethylen hoher Dichte. Der Ausgangsstoff ist Ethylen aus der Erdöl- und Erdgasindustrie. Polyethylen ist mit einem Anteil von knapp dreißig Prozent der weltweit am meisten produzierte Kunststoff.

HDPE-Platten sind kratzfest und weisen eine hohe Schlagzähigkeit aus. Brüche durch mechanische Belastungen sind kaum möglich, scharfkantige Bruchstellen sind ausgeschlossen. Die Platten sind witterungsbeständig und unempfindlich gegen Frost. Sie sind entweder einfarbig durchgefärbt in einigen Standard-

farben oder als mehrfarbige Dreischichtplatte zu erhalten, wobei die Außenflächen farblich identisch sind und die Mittelschicht andersfarbig. Da keine Farbe absplintern kann, wird das Erscheinungsbild auch nach starker Beanspruchung nicht beeinträchtigt.

Die Platten können mit allen Werkzeugen bearbeitet werden, die auch für die Holzverarbeitung eingesetzt werden. Auch Konturfräsen ist möglich. HDPE-Platten sind ohne geeignete Vorbehandlung nicht oder nur schlecht zu bedrucken oder zu kleben.

HDPE eignet sich im Ausstellungskontext insbesondere als flächige Konstruktionsteile für Outdoor-Spielgeräte, wie etwa Federwippen und Klettertürme. Sie können aber auch für interaktive Stationen, Luken und Trennwände eingesetzt werden.

Polyethylen ist als Thermoplast im Prinzip gut recycelbar. Eine stoffliche Verwertung durch Einschmelzen und Umschmelzen ist also möglich. Allerdings existiert auch hier, wie in vielen anderen Bereichen, die Problematik einer nicht gegebenen sortenreinen Sortierung. Durch die Vermischung verschiedener PE-Typen entsteht ein minderwertigeres Recyclat.²⁰ In der Praxis ist die Recyclingquote in diesem Bereich deutlich niedriger, als sie sein könnte.

Polyethylen (PE) gehört zusammen mit Polypropylen (PP) zu den weniger schädlichen Kunststoffen. WECOBIS zufolge ist eine Abgabe von Schadstoffen aus Polyethylenprodukten unwahrscheinlich. Grund dafür ist die Tatsache, dass diese Produkte normalerweise keine Weichmacher enthalten. Für Ausstellungsmacher, die nicht auf die Verwendung von Kunststoffen verzichten wollen oder können, kann HDPE-Plattenmaterial eine Option sein.

Biobasierte Kunststoffplatte (PLA)

Die Entwicklungen im Bereich der Biokunststoffe sind enorm. Das Thema ist „hip“. Doch die Hoffnung, dass biobasierte Kunststoffe schon in kurzer Zeit die meisten konventionellen Kunststoffe ersetzen könnten, entbehrt jeder Grundlage.

Im Bereich Ausstellungsbau gibt es aktuell praktisch noch keine konkreten Erfahrungen mit diesen Werkstoffen. Ein potenziell interessanter alternativer Werkstoff befindet sich noch in der Phase der Markteinführung: Er ist im Internet unter dem Stichwort „Biobasierte Display-Platte“ zu finden.

Diese Kunststoffplatte besteht aus PLA, einer Polymilchsäure, die über verschiedene Produktionsschritte aus Fermentationsprozessen von Dextrose (Zucker) erzeugt wird. Der Zucker für diesen Zweck wird aktuell vorwiegend aus Saatmais gewonnen. Der Hersteller kündigt für die Zukunft die Nutzung anderer möglicher Rohstoffquellen an, die nicht im Nahrungsmittelsektor liegen.

Bestandteile der Platte sind ein geschäumter Kern und beidseitige Deckschichten, jeweils aus PLA. Durch den Verbund von Schaummaterial mit festeren Deckschichten wird eine hohe Steifigkeit bei geringem Gewicht erreicht.

Als Display-Platte scheint das PLA-Produkt für alle üblichen Anwendungen geeignet zu sein, in denen die bisher eingeführten Polystyrolplatten eingesetzt werden, also Kaschierungen und Direktdrucke im Inneneinsatz. Nach Herstellerangaben können die Platten mit den üblichen Plattensägen auf Format gesägt und mit CNC-Fräsen konturgefräst werden.

Wenig überzeugend ist die Tatsache, dass der Werkstoff zwar theoretisch industriell kompostierbar ist, dass er aber in Deutschland aktuell noch nicht wiederverwertet wird. Die Gründe liegen vor allem in deutlich zu langen Kompostierungszeiten. Derzeit wird PLA deshalb zusammen mit anderem Restmüll verbrannt.

Der Einsatz von biobasierten Kunststoffen im Ausstellungsbereich ist Neuland. Auf der Grundlage der vorliegenden Informationen kann keine fundierte Bewertung erfolgen.



Biobasierte Kunststoffplatte aus PLA, Foto: 3AComposites

4.4 Glas und transparente Kunststoffe

Mineralisches Glas

Glas wird hauptsächlich aus Kieselerde, also gemahltem Sand, hergestellt. Dieser Rohstoff ist (noch) reichlich vorhanden, der Abbau ist im Vergleich zu vielen anderen Rohstoffen umweltverträglicher.²¹ Glas als Werkstoff ist ungiftig, nimmt durch seine glatte Oberfläche kaum Verunreinigungen auf und ist leicht zu reinigen.

Die Herstellung von Glas benötigt sehr viel Energie. Zum Schmelzen des Sandes muss eine Temperatur von über 1500 Grad Celsius erreicht werden. Der Einsatz moderner und sparsamer Schmelztechnologien hat den Energiebedarf bei der Produktion in den vergangenen Jahren aber erheblich reduziert.

Glas ist zu hundert Prozent recycelbar. Durch das etablierte Sammelsystem wird auch tatsächlich ein hoher Recyclinggrad erreicht, durch den Rohstoffe und Energie eingespart werden.

Als Plattenwerkstoff hat Glas viele Nachteile. Es ist vergleichsweise schwer, erfordert besondere Vorkehrungen, einen hohen Energieaufwand beim Transport und Spezialisten bei der Verarbeitung und beim Druck. Wo es eingesetzt wird, erzielt es jedoch einen starken Effekt: Als transparenter oder halbtransparenter Untergrund ist es ein Hingucker.

Transparente Kunststoffe

Ausstellungsmacher, die einen transparenten Kunststoff benötigen, können aus einer Unmenge an Materialien wählen, denn viele der üblichen Kunststoffe gibt es auch als transparente Variante. Die im Folgenden genannten drei Werkstoffe stellen nur eine kleine Auswahl der besonders gebräuchlichen dar. Andere Kunststoffe, wie PVC und Polystyrol (PS), die es auch in transparenter Ausführung gibt, wurden schon im vorangegangenen Kapitel behandelt. Die Abbildung auf Seite 32 kann bei der Einschätzung der Umweltverträglichkeit weiterer Kunststoffe helfen.

Acrylglas (PMMA)

Acrylglas besteht aus Polymethylmethacrylat (PMMA) und dem Nebenbestandteil Elastomer. Es ist witterungs- und alterungsbeständig sowie unempfindlich gegen Säuren, Laugen mittlerer Konzentration, Benzin und Öl. Stoffe wie Ethanol, Aceton und Benzol greifen PMMA jedoch an. Daher dürfen Acrylglasflächen auch nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln gereinigt werden, da sonst Spannungsrisse entstehen können. Acrylglas hat nur etwa das halbe spezifische Gewicht von normalem Glas. Im Gegensatz zum Glas eignet sich die Acrylglasplatte zur Heißluftformung und ermöglicht die Umsetzung komplexer Designformen. Es sind Verbindungen durch Kleben oder Schweißen möglich.

Acrylglas kann überall dort eingesetzt werden, wo ein transparenter Werkstoff vonnöten ist, also

im Bereich von Scheiben und Schauglas sowie in der Lichttechnik als Leuchtenabdeckungen und für Leuchtwerbung. Aufgrund der Möglichkeit zur thermischen Verformung wird Acrylglas auch für Hauben und andere transparente Abdeckungen genutzt. Eine Spezialanwendung ist der direkte Fotodruck auf die Rückseite des Acrylglases (Acrylglas-Foto).

Acrylglas benötigt im Vergleich zu Glas weniger Energie zur Herstellung und Verarbeitung. Es kann sowohl rohstofflich aufgespalten und weitergenutzt als auch werkstofflich voll recycelt werden. Eine über diese Aspekte hinausgehende belastbare Bewertung der Umweltverträglichkeit von PMMA ist aufgrund einer dürftigen Informationslage nicht möglich.

PET-Platte

PET ist ein Kunststoff aus der Familie der Polyester und wird als transparentes Plattenmaterial in zwei Versionen angeboten: aPET und PETg. Diese unterscheiden sich in ihrem physikalischen Aufbau und einigen Detaileigenschaften. PET wird auch zur Herstellung von Kunststoffflaschen (PET-Flaschen), Folien und Textilfasern verwendet.

Transparentes PET-Plattenmaterial ist witterungsbeständig, stoß-, scheuer- und kratzfest sowie resistent gegen Reinigungs- und Lösungsmittel. Es lässt sich mit normalen, Holzverarbeitenden Maschinen bearbeiten, kalt- und warmbiegen und direkt bedrucken.

Der Einsatzbereich von PET-Flachware ist auf den Ausstellungsbereich bezogen mit dem von Acrylglas vergleichbar.



PET-Platte, Foto: 3A Composites

In Relation zu mineralischem Glas muss für die Produktion des Kunststoffes deutlich weniger Energie eingesetzt werden. Produktionsausschüsse aus der PET- und Polycarbonat-Herstellung können wieder in der Produktion eingesetzt werden.

Polycarbonatplatte (PC)

Transparentes Plattenmaterial aus Polycarbonat kann dort eingesetzt werden, wo andere Materialien den erhöhten Anforderungen nicht mehr genügen. Es ist besonders schlag- und kratzfest und bietet deshalb einen hervorragenden Schutz vor mutwilliger Zerstörung. Es hat zudem einen breiten Temperaturbeständigkeitsbereich und ist leicht zu verarbeiten.

Platten aus Polycarbonat eignen sich im Ausstellungsbereich für Schilder und Plakattafeln sowie für Wandtrennelemente und Türverglasungen.

Die Produktion von PC ist deutlich energieintensiver als die PET-Herstellung und benötigt auch im Vergleich mit anderen Kunststoffen viel Energie.²²

4.5 Metallwerkstoffe

Im Ausstellungskontext werden vor allem Stahlprodukte und Aluminium eingesetzt.

Eisen und Stahl

Als Stahl werden metallische Legierungen bezeichnet, deren Hauptbestandteil Eisen ist, deren Kohlenstoffgehalt eine bestimmte Grenze unterschreitet und die plastisch umgeformt werden können. Anhand des Kohlenstoffgehalts und des Anteils an Legierungselementen unterscheidet man die verschiedenen Stahllarten.

Der Einsatz von Stahl beschränkt sich im Ausstellungsbereich hauptsächlich auf konstruktives Material. Stahl ist solide und widerstandsfähig. Feuerverzinkter Stahl gewährleistet, abhängig von der Dicke des Zinküberzuges, einen guten Korrosionsschutz. Unbehandelter Stahl hingegen setzt auf Dauer Rost an – eine Eigenschaft, die durch ihren Patina-Effekt für bestimmte Zwecke auch gewollt sein kann.

Eisenerz, der Grundstoff für die Roheisenerzeugung und Basis für die Stahlproduktion, wird in Deutschland nicht abgebaut und muss über lange Transportwege zum Beispiel aus Schweden, Russland oder der Ukraine importiert werden.

Neben dem Roheisen spielt heute der Schrotanteil bei der Stahlerzeugung eine große Rolle. Stahlschrott ist ein Wertstoff, der sich beliebig oft und ohne nennenswerten Qualitätsverlust einschmelzen und weiter-

verwerten lässt. Die Recyclingquote ist hoch, steigt stetig und hilft, den sehr großen Energiebedarf bei der Stahlerzeugung zu minimieren. Stahlproduktionen mit hundert Prozent Schrotanteil (Recyclat) benötigen gegenüber solchen aus Eisenerz lediglich etwa dreißig bis fünfzig Prozent an grauer Energie, die Art von Energie, die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes benötigt wird.²³ Trotz solcher Einsparungen ist und bleibt die Stahlindustrie ein besonders energieintensiver Wirtschaftszweig.

Aluminium

Für den Ausstellungsbau bietet sich Aluminium als ein Material mit vielen praktischen Eigenschaften an. Es hat ein geringes Eigengewicht und steht in den unterschiedlichsten Produktvariationen für konstruktive Zwecke und als Flächenmaterial zur Verfügung. (Weil Aluminiumverbundplatten zu den am häufigsten eingesetzten Flächenmaterialien der Ausstellungs- und Werbetechnik gehören, wird dieses Material im folgenden Kapitel „Verbundwerkstoffe“ noch einmal ausgiebiger betrachtet.)

Aluminium ist generell sehr witterungsbeständig und rostet nicht. Weil sich Aluminium auch bei extremen Temperaturen kaum verzieht, ist es für manche Anwendungen im Außenbereich fast alternativlos. Doch auch in der Innenausstattung und in vielen Bereichen der Messe- und Werbetechnik können sich Aluminiumprodukte oftmals behaupten. Wander- und Wechsausstellungen greifen häufig auf Messebausysteme zurück, deren Aluprofile als Stellwände,

Raumteiler oder Rahmen für Banner eingesetzt werden. Die Aluprofile können aufgrund ihrer modularen Bauweise nach einem spezifischen Einsatz für eine neue Anwendung neu miteinander kombiniert werden.

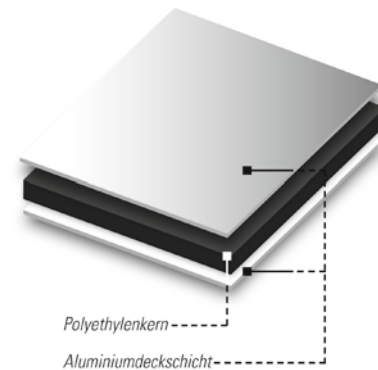
Den bisher genannten unbestreitbaren Vorteilen stehen aus ökologischer Sicht allerdings auch etliche Nachteile gegenüber: Da Bauxit als Rohstoff für Aluminium in Deutschland nicht abgebaut wird und es deshalb zum Beispiel aus Australien, Venezuela und Guinea importiert werden muss, kommt es zu langen Transportwegen. Teilweise liegen die großen Abbauregionen in Regenwäldern, die für diese erschlossen und abgeholzt werden. Der erste Produktionsprozess zur Gewinnung des Aluminiumoxids aus dem Bauxit-Erz kann massive Umweltschäden mit sich bringen: Um das Aluminium mittels Natronlauge aus dem Gestein zu lösen, werden riesige Mengen Wasser verbraucht. Als Rückstandsprodukt fällt sogenannter Rotschlamm an, der oft Schadstoffe und giftige Schwermetalle enthält und kontrolliert deponiert werden muss. Der zweite Produktionsprozess, die Aluminiumverhüttung, ist aufgrund des hohen Schmelzpunktes von Aluminiumoxid sehr energieintensiv.

Umso wichtiger ist, dass Aluminiumschrott in den Verwertungskreislauf zurückfließt, was auch in großem Umfang der Fall ist. Die europaweite Recyclingrate von Aluminium liegt bei über sechzig Prozent.²⁴ Bezogen auf den im deutschen Bauwesen anfallenden Aluminiumschrott liegt die Rückführungsquote bei über neunzig Prozent.²⁵ Durch das Recycling werden Energie- und Wasserverbrauch, Abfallaufkommen, Emissionen und Rohstoffverbrauch reduziert.

4.6 Verbundwerkstoffe

Verbundstoffe zeichnen sich durch die Kombination verschieden beschaffener Materialien aus, die zur Ausnutzung der unterschiedlichen Vorteile miteinander kombiniert werden. Verbünde aus unterschiedlichen Rohstoffen sind jedoch oft nur schwer wieder zu trennen und dadurch gar nicht oder nur mit großem Aufwand zu recyceln. Die im Folgenden näher behandelten Aluminiumverbundplatten sind dafür ein Beispiel. Einige weitere im Ausstellungskontext häufig verwendeten Verbundstoffe, zum Beispiel Leichtstoffplatten mit Polyurethankern oder aus Polystyrol, aber auch Wabenplatten mit einem Kern aus Karton und Deckschichten aus Holzwerkstoffen, sind ihren Hauptwerkstoffen in weiter vorne liegenden Kapiteln zugeordnet.

Aluminiumverbundplatten



Aluminiumverbundplatte, Quelle: 3AComposites

Aluminiumverbundplatten wurden speziell für die Anforderungen der Werbe- und Ausstellungstechnik entwickelt. Sie haben sich im Laufe der Zeit auch in vielen Bereichen des Fassaden- und Innenausbau durchgesetzt und sich außerdem ihren Weg in die Wohnzimmer gebahnt: Anbieter von Fotodienstleistungen bieten den Druck auf Aluminiumverbundplatten zu geringen Preisen an.

Für den Ausstellungsbau bieten Aluminiumverbundplatten viele Vorteile. Sie haben ein geringes Gewicht, können leicht transportiert werden, sind extrem witterungsbeständig und dehnen sich bei extremen Temperaturen im Gegensatz zu Acrylglasplatten kaum aus. Sie können außerdem mit CNC-Fräsen konturgeschnitten werden, was die Möglichkeiten der grafischen Gestaltung von Flächen enorm erweitert. Mit ihren perfekt glatten Oberflächen sind sie der ideale Untergrund zum Aufziehen bedruckter Folien. Die Drucke wirken hochwertig und können durch verschiedene Veredelungsverfahren zusätzlich für spezielle Zwecke angepasst werden.

Aus ökologischer Sicht bringt dieses Produkt gleich mehrere große Nachteile mit sich: Wie im vorherigen Kapitel dargestellt, ist die Herstellung von Aluminium sehr energieaufwendig, verbraucht viel Wasser und hinterlässt große Abraumhalden.

Hinzu kommt die Tatsache, dass ein Recycling von Verbundplatten extrem aufwendig ist, da die Materialien erst voneinander getrennt werden müssen. Dafür gibt es zwar mehrere Prozesse, diese werden aber praktisch ausschließlich für Industrieabfälle in großen Mengen eingesetzt. Für Ausstellungsmacher gibt es theoretisch die Möglichkeit, größere Mengen beim Hersteller

zurückzugeben, aber ob diese wirklich einem Recyclingprozess zugeführt werden, ist fraglich. Kleinere Mengen werden standardmäßig über den Restmüll entsorgt, nicht über das Sammelsystem des gelben Sacks, und dann in der Regel thermisch verwertet. Während die europaweite Recyclingrate von Aluminium bei über sechzig Prozent liegt²⁶, dürfte der Wert bezogen auf Aluminiumverbundplatten nur einen sehr kleinen Bruchteil davon betragen.

Unter Umweltaspekten betrachtet, ist von dem Gebrauch dieser Platten abzuraten.

Glasfaserverstärkter Kunststoff

Glasfaserverstärkter Kunststoff (GFK) wird umgangssprachlich auch Fiberglas genannt und ist ein Verbund aus Kunststoff und Glasfasern. Inhaltstoffe sind zum Beispiel Polyesterharz, Epoxidharz und Polyamid.

In Ausstellungen wird GFK häufig im Formenbau eingesetzt, zum Beispiel für Landschaftsmodelle, Globen oder Dinosaurier-Nachbildungen, allerdings auch im Bereich der Rauminszenierung; zum Beispiel zur Imitation von amorphen Oberflächen. GFK wird besonders in solchen Bereichen genutzt, in denen das Material einer hohen Belastung und Abnutzung ausgesetzt ist. Es ist witterungsbeständig, korrosionsfest und leicht zu reinigen. Man kann GFK einfärben und seine transluzente Wirkung nutzen. Aus Anwendersicht ist an GFK außerdem vorteilhaft, dass Risse, Dellen oder sogar Löcher im Material problemlos repariert werden können. Nach dem Aushärten kann die Oberfläche geschliffen und lackiert werden.

Eine Bewertung der Umweltaspekte dieses Materials ist schwierig. Während GFK im ausgehärteten Zustand gemeinhin als unbedenklich gilt, entstehen in der Phase der Verarbeitung von Polyesterharzen giftige Dämpfe, die die Schleimhäute und Atemwege erheblich reizen. Auch Epoxidharze bergen Risiken. Sie sind üblicherweise mit den Gefahrensymbolen Xi („reizend“) und N („umweltgefährdend“) gekennzeichnet und mit offiziellen Risiko- und Sicherheitshinweisen versehen.

In manchen Fällen können mit natürlichen Materialien ganz ähnliche Auf- und Einbauten realisiert werden, wie mit GFK. Eine Unterkonstruktion aus Metall kann mit einem Drahtgeflecht zu einer Oberfläche ergänzt werden, die mit Gips und anderen Werkstoffen ausmodelliert werden kann. Auch eine solche Lösung kann im Falle von Beschädigungen leicht repariert werden.



Die Inszenierung einer unterirdischen Höhlenlandschaft: Im Hintergrund erkennt man eine Röhre aus GFK. Die Formen im Vordergrund basieren auf Metallkonstruktionen, Drahtgeflecht und Gips.

Foto: Museum am Schölerberg Osnabrück

4.7 Textilien



Eine textile Wandbespannung, Foto: Naturkundemuseum Bielefeld

Im Indoorbereich von Ausstellungen werden Textilien unter anderem als großformatige Bannerdrucke eingesetzt, im Outdoorbereich als Fahnenmaterial. Außerdem können sie in der Raumausstattung als Material für Vorhänge oder als Bezugstoffe für Wandverkleidungen dienen. Und letztlich spielen Textilien auch im Möbelbau eine größere Rolle.

In den meisten Fällen kommen synthetische Gewebe, insbesondere Polyesterstoffe, zum Einsatz, da sie meist weniger Feuchtigkeit und Schmutz aufnehmen als natürliche Fasern.

Unter Umweltaspekten bringen Textilien den besonderen Vorteil mit sich, dass mit ihnen sehr große Flächen mit wenig Materialaufwand gestaltet werden können. In der Innenausstattung können dadurch oft massive Plattenwerkstoffe eingespart werden.

Der Einsatz von textilen Geweben als Druckmedium wird im Absatz „Textil- und Bannerdrucke“ des folgenden Kapitels besprochen.

5. Drucktechniken für Ausstellungen

In den meisten Ausstellungen sind Drucke die zentrale Informationsquelle für Besucher, seien es Grafiken, Infotafeln, Objektbeschriftungen oder Leitsysteme. Solche Drucke werden in der Regel als Einzelstück oder in Kleinstauflage produziert – im Unterschied zu den typischerweise auflagenstarken Printprodukten, wie zum Beispiel Flyer, Folder, Broschüren, Kataloge und Bücher, die zwar im werblichen Kontext von Ausstellungen gebraucht, hier aber nicht näher betrachtet werden.

Auf der Suche nach umweltfreundlichen Lösungen in den für Ausstellungen typischen Bereichen sind viele Faktoren relevant, die sich oft gegenseitig bedingen und teilweise auch ausschließen: Druckträger und Druckverfahren, Druckfarben und Druckveredelung.

Insbesondere die Wahl des Druckträgers, also des Materials, das bedruckt wird, bietet Ausstellungsmachern schon etliche Optionen für mehr oder weniger ökologische Umsetzungen. Entscheidungen

/// Probleme hat uns die wetterfeste Beschichtung der Informationsschilder gemacht. Die Farben und Beschichtungen sind sicherlich nicht die umweltfreundlichsten. Dies war eine notwendige Entscheidung gegen das Ausbleichen durch die Sonne. Ein Austausch des Materials hätte ansonsten nach zwei bis drei Jahren stattfinden müssen. Das ist auch nicht nachhaltig.

Carina Meyer, Stiftung Freilichtmuseum am Kiekeberg

dazu stellen sich meist früh im Planungsprozess, da sich viele Konsequenzen hinsichtlich Unter- oder Rahmenkonstruktionen für die Drucke daraus ergeben.

Drucke auf Folien oder Papiere

Viele Großformatdrucke in Ausstellungen werden auf Folien- oder Papiermaterial gedruckt, das in den Druckereien in Rollenform vorliegt und das nach dem Bedrucken auf Plattenmaterial kaschiert wird.

Im Bereich der selbstklebenden Druckfolien wird vorwiegend PVC-Material verwendet, das unter ökologischen Gesichtspunkten problematisch ist, wie im Absatz „PVC-Platte“ unter dem Werkstoff „Kunststoffe“ näher ausgeführt wird. Wenn sich Ausstellungsmacher trotzdem für dieses Material entscheiden, sollten sie berücksichtigen, dass es auch Folien gibt, die von ihrem Trägermaterial einfach wieder abgezogen werden können und dadurch mindestens einen Wiedereinsatz des Trägermaterials ermöglichen.

Ausstellungsmacher sollten prüfen, ob im konkreten Anwendungsfall auch Papiere oder papierähnliche Materialien als Druckträger einzusetzen sind. Denn auch Papiere gibt es in einer breiten Produktpalette mit unterschiedlichen Eigenschaften. Durch ihre Oberfläche, ihre Materialzusammensetzung und durch ergänzende Beschichtungen sind sie vielseitiger einzusetzen als gemeinhin bekannt. So feiert zum

/// Umweltschutz sollte am Objekt feststellbar und anfassbar sein, auch für Besucher, die nur flüchtig mit der Materie beschäftigt sind.

Petra Ossenkopp, Stadtverwaltung Hannover

Beispiel die klassische Tapete als modernes Wallpaper auf Spezialpapier in vielen Museen und Ausstellungen ein Comeback. Sie wird einfach direkt auf eine glatte Wandflächen tapeziert.

Folien und Papiere als Druckträger werden für die typischen Ausstellungsanwendungen im Normalfall meistens mit einem der vielen Tintenstrahlverfahren bedruckt. Zur Unterscheidung der einzelnen Verfahren können am besten die dabei verwendeten Tinten dienen. Zur Bewertung ihrer ökologischen Eigenschaften spielen unter anderem ihr Lösungsmittelanteil und der Energieeinsatz bei ihrem Druckprozess eine Rolle. Diese beiden Pole werden unter anderem durch den fachlichen Qualitätsanspruch ergänzt, der in fast allen Anwendungsgebieten gilt und eine hohe UV-Beständigkeit für die Druckerzeugnisse fordert.

In den Bereich der Solvent-Tinten (von Solvens = Löse- oder Lösungsmittel) fallen alle lösungsmittelbasierten Farben, auch wenn diese durch spezielle Rezepturen sehr unterschiedliche Lösungsmittelanteile haben können. In manchen Druckereien werden immer noch sogenannte Hard-Solvent-Tinten eingesetzt, die aufgrund ihrer flüchtigen, teils sehr aggressiven Lösungsmittel vor allem beim Druckprozess spezielle Entlüftungssysteme erforderlich machen, aber auch nach dem Druck noch lange unangenehm und potenziell gesundheitsgefährdend ausdünsten können. Drucke aus solchen Tinten sind sehr UV-beständig.

In den letzten Jahren wurden auch sogenannte Eco-Solvent- beziehungsweise Mild-Solvent-Tinten entwickelt, in denen weniger Lösungsmittel eingesetzt werden und die trotzdem noch eine akzeptable UV-Beständigkeit bieten. Diese sind im Solventbereich

den Hard-Solvent-Tinten vorzuziehen.

Mit deutlich weniger Lösungsmitteln kommen Latextinten aus, die wasserbasiert sind und mit Hilfe eines Infrarotsystems aushärten. An diesem System wird der relativ hohe Energieaufwand für den Trocknungsprozess kritisiert, wenngleich die eher gute UV-Beständigkeit ein Argument für dieses System sein kann.

Die umweltfreundlichsten Farben, nämlich die wasserbasierten Pigmenttinten, konnten sich aufgrund ihrer schwachen UV-Beständigkeit in der Praxis kaum durchsetzen.

Die UV-Tinten spielen eher im Direktdruck auf Plattenwerkstoffen und im Textil- und Bannerdruck eine Rolle und werden in den folgenden Absätzen näher besprochen.

Um im konkreten Anwendungsfall einen ökologisch vertretbaren Kompromiss zu finden, sollte mit einer Druckerei zusammengearbeitet werden, der Umwelt- und Gesundheitsschutz ein Anliegen ist und die mit innovativer Technik ausgestattet ist.

Direktdrucke auf Plattenwerkstoffen

Das heutzutage im Direktdruck auf Plattenwerkstoffen zumeist verwendete Verfahren ist der UV-Druck. Er basiert auf UV-Tinten, die als chemisch-reaktive Farben UV-Lampen benötigen, um auszuhärten. Der zunehmende Einsatz von UV-Lampen auf LED-Basis zeichnet sich als energiesparende Perspektive für die weitere Entwicklung der UV-Systeme ab und wird auch LE-UV-Druck genannt. Der Lösungsmittelanteil

ist bei UV-Tinten in Relation zu den meisten anderen Tinten sehr gering. UV-Druck wird auch in anderen Druckverfahren eingesetzt, von denen insbesondere noch der Textildruck für Ausstellungsmacher relevant ist. Ein weiteres Druckverfahren, mit dem Plattenmaterialien direkt bedruckt werden können, ist das Siebdruckverfahren, das in einem extra Absatz gesondert betrachtet wird.

Es sind immer mehr Plattenmaterialien erhältlich, die direkt bedruckt werden können. Direktdruckverfahren haben den prinzipiellen Vorteil, dass keine zusätzlichen Klebe- und Kaschierungsschichten mehr nötig sind, was Ressourcen und Energie sparen und auch für das Recycling förderlich sein kann. Besonders materialsparend ist die Verwendung von Plattenmaterialien, die ihre Festigkeit nicht durch hohe Dichte erhalten, sondern durch stabilisierende Zwischenlagen, also zum Beispiel Waben- und Hohlkammerplatten oder Papierwerkstoffplatten mit Prägekern. Derlei luftige Werkstoffe sind unter Umweltaspekten besonders dann interessant, wenn Sie aus einem einheitlichen Material bestehen und einfach recycelt werden können. Auf Wabenplatten aus Karton und Hohlkammerplatten aus Polypropylen trifft dies zu. Mit ihnen können zum Beispiel große konturgeschnittene Aufsteller für den Ausstellungsbereich produziert werden, die auch höheren Anforderungen an Haltbarkeit genügen.

/// *Wir haben uns für UV-Direktdruck auf dünne MDF-Platten entschieden. So konnten wir auf die ansonsten üblichen PVC-Materialien verzichten.*

Dr. Claudia Schmidt,

Universität Augsburg / Wissenschaftszentrum Umwelt (WZU)

Knut Völzke / Leise Integrated Design

Während papierbasierte Werkstoffe in der Regel nur im Innenbereich einsetzbar sind, können Polypropylen-Platten kurz- bis höchstens mittelfristig auch im Außenraum genutzt werden. Direktdrucke sind aber auch auf vielen massiven Materialien, zum Beispiel auch auf Holzwerkstoffen möglich, die in dieser Broschüre im Kapitel „Werkstoffe für Ausstellungstationen“ näher beschrieben werden.

Textil- und Bannerdrucke

Im Ausstellungskontext können Textil- oder Bannerdrucke gut für die Gestaltung von großen und sehr großen Flächen im Innen- und Außenbereich eingesetzt werden. Während in den Indoorbereichen überwiegend leichte Textilien als Druckträger genutzt werden können, sind im Outdoorbereich oft PVC-Planen für Banner üblich, die im Gegensatz zu textilem Material keine Feuchtigkeit aufnehmen.

Mit bedruckten Textilien können Plattenmaterialien flächig bezogen, vor allem aber Rahmenprofile als Fläche bespannt werden. Gerade die Rahmensysteme sind darauf ausgelegt, dass die Druckmotive schnell und einfach ausgewechselt werden können. Ein beliebtes System arbeitet mit einer Gummilippe, die rund um das Textilmaterial angenäht wird und die zum Aufspannen des Motivs in das Rahmenprofil eingesteckt wird. Eine erweiterte Anwendung als Bespannung ist die Nutzung der Drucke in tieferen Rahmen, die als Leuchtkästen ausgebaut sind. Durch textile Lösungen, die mit Rahmensystemen arbeiten, können gegebenenfalls Ressourcen für vollflächige Plattenwerkstoffe

eingespart werden. Auch die leichte Austauschbarkeit der Motive bei wenig Materialverbrauch ist ein positives Argument.

Textildrucke werden auch im Outdoorbereich eingesetzt, insbesondere für Flaggen und Fahnen. In diesem luftig-bewegten, stofflich-fließenden Einsatz können die bedruckten Gewebe ihre spezifischen Eigenschaften besonders gut ausspielen. Als fest fixierte und flächig aufgespannte Materialien sind sie allerdings im Outdoor-Bereich den ökologisch problematischeren PVC-Materialien in gewisser Hinsicht unterlegen: Wenn sie Feuchtigkeit aufnehmen, verdunkelt sich das Druckbild, im Trocknungsprozess hellt es sich wieder auf. Auf größeren grafischen Flächen können deshalb bei feuchtem Wetter unschöne fleckige Effekte entstehen. Demgegenüber nehmen Banner aus PVC-Materialien (auch LKW-Planen genannt) keine Feuchtigkeit auf. Sie können durch unterschiedliche Qualitäten auch besonders starken Beanspruchungen genügen.



Textildrucke auf leichtem Fahnenstoff, Foto: Die Etagen GmbH

Wenn extrem hohe Reißfestigkeit gefordert ist, vor allem in heiklen Windlagen, werden für große Flächen spezielle Gitternetzplanen eingesetzt, auch Mesh genannt, die durch ihre durchbrochene Struktur den Wind durchlassen.

PVC gehört zu den Materialien, die möglichst vermieden werden sollten. (Näheres dazu im Kapitel über Kunststoffe.)

Siebdrucke

Für Ausstellungsmacher ist Siebdruck hauptsächlich in den Bereichen Schilder- und Textildruck eine mögliche Option. Gleichwohl ist dieses Druckverfahren rückläufig. Digitale Druckverfahren verdrängen den Siebdruck zunehmend auch aus den angestammten Anwendungsbereichen.

Beim Siebdruck wird durch ein feinmaschiges Gewebesieb hindurch Farbe auf das zu bedruckende Material aufgebracht. Das Sieb funktioniert als Schablone. Die nicht zu bedruckenden Stellen werden vorher auf dem Sieb farbundurchlässig gemacht. Durch das Schablonenprinzip muss für jede Farbe ein Sieb angefertigt werden, was vergleichsweise hohe Fixkosten verursacht. Bei entsprechender Vorbereitung des Druckmotivs durch Farbseparation und Rasterung können bei Verwendung bestimmter Tinten auch fotoartige Drucke mit Farbverläufen umgesetzt werden.

Die Palette der zu bedruckenden Materialien ist im Siebdruck besonders groß. Es werden unter anderem Papiere und Pappen, Kunststoffe, Textilien, Keramik, Metall, Holz und Glas bedruckt.

Im Siebdruck können durch den Einsatz größerer Gewebe höhere Farbschichtdicken erreicht werden, was neben der Farbwirkung auch die Beständigkeit der Druckfarben erhöhen kann. So können zum Beispiel Schilderdrucke für den Außenbereich UV- und witterungsbeständig umgesetzt werden.

Es können sehr viele Farbsorten im Siebdruck benutzt werden, die sich unter anderem durch ihr Trocknungs- beziehungsweise Aushärtungsverhalten unterscheiden. Neben den Druckfarben, die durch Lösungsmittel trocknen, werden im Siebdruck auch chemisch-reaktive Farben eingesetzt. Dazu gehören neben den Zweikomponenten- und Kunstharzfarben auch die UV-Farben, die erst durch eine UV-Licht-Bestrahlung aushärten und eine Alternative zu stark lösungsmittelhaltigen Farben sein können.

Folienplot-Lösungen

Texte und einfarbige grafische Elemente können als Folienplot produziert werden und direkt auf Wände, Glasscheiben, Fußböden oder auch auf die Exponate geklebt werden. Die Tatsache, dass Plotterfolie sehr viel dünner als normale Druckfolie ist und dass man durch die direkte Anbringung Trägermaterial und Druckfarbe einsparen kann, ist unter Umweltaspekten interessant. Viele Museen und Ausstellungsbetreiber schätzen auch die höchästhetische, elegante Wirkung, die aus der direkten Verbindung von Druckelementen und Architektur entsteht. Standardmäßig wird allerdings Plotterfolie aus PVC verwendet – einem, wie im Kapitel über Kunststoffe näher ausgeführt, ökologisch

problematischen Material. Es gibt aber auch Folie aus Polyester (PET), Polypropylen (PP) und Polyethylen (PE), die, sofern sie alternativ einsetzbar sind, den PVC-Folien vorzuziehen sind. Der Untergrund für Folienplot-Beklebungen muss glatt, trocken, staub- und fettfrei sein. Wände dürfen nicht mit silikonhaltiger Wandfarbe gestrichen sein, sonst haftet die Folie nicht. Es können auch Fliesen und viele andere Untergründe beklebt werden. Spezielle Folien können auch im Außenbereich verwendet werden. Die Auswahl an Farben für die Folien liegt bei manchen Herstellern im dreistelligen Bereich, sie sind also tendenziell für jede gewünschte Anwendung verfügbar.

Der Nachteil von Folienplot-Lösungen ist, dass mehrfarbige Abbildungen nicht exakt umgesetzt werden können. Das macht Kombinationstechniken notwendig.



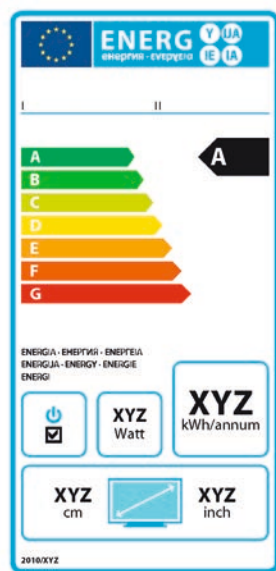
Direkt auf die Wand aufgebrachte Folienplots, Foto: Die Etagen GmbH

6. Ausstellungstechnik

Unter Ausstellungstechnik werden in dieser Publikation zwei Bereiche betrachtet: Beleuchtungstechnik und Medientechnik. Umweltfreundliche Umsetzungen legen in beiden Bereichen den Schwerpunkt vor allem auf energieeffiziente Lösungen.

Energiesparende Ausstellungstechnik

Wer technische Geräte einsetzt, sollte auf ihren Energieverbrauch achten und nur energiesparende Produkte einsetzen. Für aktuell mindestens zwei Produktgruppen, die in Ausstellungen Verwendung finden, ist eine Energieverbrauchskennzeichnung, auch EU-Etikett genannt, verpflichtend: Lampen und Videomonitor. Bei anderen Geräten sollte man vor dem Kauf entsprechende Herstellerangaben zum Energieverbrauch einholen und mit alternativen



Energieverbrauchskennzeichnung

Angeboten vergleichen. Bezogen auf schon installierte Geräte können eigene Messungen sinnvoll und nötig sein, um „Energiefresser“ in der Ausstellung zu identifizieren und alternative Geräte oder Lösungen zu finden. In einigen Anwendungsfällen lassen sich durch Zeitschaltuhren, schaltbare Steckdosenleisten und Bewegungsmelder auch bei eigentlich energiehungrigen Geräten und Systemen beachtliche Einsparungen erzielen. Während sich Beleuchtungssituationen durch derlei Maßnahmen einfach und gut steuern lassen, ist das Konzept des An- und Ausschaltens von komplexen Geräten und Geräte-Konstellationen per Stromzufuhr gegebenenfalls höchst anspruchsvoll. Hier ist entscheidend, ob man als Ausstellungsmacher die teuren professionellen Schaltsysteme und Spezialgeräte einsetzen kann, oder ob auf die preiswerteren, schwerer kontrollierbaren Endverbrauchergeräte zurückgegriffen wird. Alle Konzepte, die auf dem Prinzip „Strom an / Strom aus“ basieren, machen es nötig, dass die Geräte, zumindest in der Betriebszeit der Ausstellung, auf Standby laufen, um dann bei Stromzufuhr hochzufahren.

Beleuchtungstechnik

In der Ausstellungstechnik fällt der Beleuchtung eine tragende Rolle bei der Präsentation der Exponate und Ausstellungsstationen sowie bei der Inszenierung des Ausstellungsraumes zu.

Eine energieeffiziente Ausstellung zu betreiben heißt nicht, auf viel Licht zu verzichten. Auch mit wenig elektrischer Leistung kann mit einem energieeffizienten

	Energieeffizienzklasse	Lichtausbeute in Lumen pro Watt	Lebensdauer	Einsparung gegenüber einer Glühlampe
Glühlampen	D bis G	5 bis 15	niedrig	-
Halogenlampen	B bis F	12 bis 24	mittel	bis zu 30 %
Kompaktleuchtstofflampen	A bis B	49 bis 75	hoch	bis zu 80 %
Halogen-Metaldampf lampen	A	93 bis 104	mittel	über 85 %
LED-Lampen	A	20 bis 94	sehr hoch	über 95 %

Quelle: Wikipedia - „Lichtquelle“ und „Energiesparende Leuchtmittel“

Leuchtmittel eine große Menge an Licht erzeugt werden. Wie sparsam ein Leuchtmittel ist, erkennt man beim Kauf an der auf einem Label ausgewiesenen Energieklasse. Seit 2012 wurde die bis dato gültige Kennzeichnung neu gestaltet: Die Klassen F und G entfallen; die Skala endet nun bei der Klasse E, und die bisherige Klasse A wurde aufgeteilt in die Klassen A, A+ und A++. Damit können besonders stromeffiziente Lampen besser unterschieden werden.²⁷ Bei der Planung der Beleuchtung der Ausstellung sollte darauf geachtet werden, dass zumindest der Großteil der eingesetzten Leuchtmittel eine Energieeffizienzklasse von mindestens A aufweist.

Glühlampen

Der Verkauf von klassischen Allgebrauchsglühlampen ist aus ökologischen Gründen in den letzten Jahren deutlich eingeschränkt worden. Ihre Wärmeentwicklung ist sehr hoch, was neben dem Problem der Wärmeableitung auch die vergleichsweise sehr geringe Energieeffizienz mit sich bringt. Die Verwendung von klassischen Glühlampen ist unter dem Aspekt des Stromverbrauchs definitiv nicht empfehlenswert.

Halogenlampen

Halogenlampen versammeln einige Vorteile der klassischen Allgebrauchsglühlampen, wie natürliche Lichttemperatur mit guter Farbwiedergabe, Flimmerfreiheit und Dimmbarkeit, und sind etwa ein Drittel sparsamer als diese (Beispiel: 20 Watt Verbrauch; Helligkeit

wie eine 30-Watt-Glühlampe). Allerdings können sie hinsichtlich ihrer Energieeffizienz den Vergleich mit anderen sparsamen Beleuchtungstechniken nicht bestehen und erweisen sich als nicht empfehlenswerte Stromfresser mit entsprechend schlechter Energieeffizienzklasse.

Kompaktleuchtstofflampen

Die Kompaktleuchtstofflampe, häufig auch einfach Energiesparlampe genannt, erzeugt mit nur einem Fünftel des Stroms die gleiche Helligkeit wie eine Glühlampe. Sie verfügt dabei über eine deutlich längere Lebensdauer als diese. Diese Pluspunkte werden durch gewisse Negativaspekte relativiert. Der größte Nachteil von Standardprodukten in diesem Bereich ist ihre oft nur mäßige Farbwiedergabe. Es gibt allerdings auch hochwertige Produkte mit guter Farbwiedergabe, die man an der Anfangsziffer 8 oder 9 des Kennzeichnungs-codes erkennt. Für manche Einsatzbereiche in Ausstellungen scheiden Energiesparlampen gänzlich aus, weil sie eine gewisse Zeit brauchen, um ihre eigentliche Lichtstärke zu erreichen. Energiesparlampen enthalten geringe Mengen an Quecksilber und dürfen deshalb nicht über den Restmüll entsorgt werden. Sie können bei einer Schadstoffsammelstelle oder einem Wertstoffhof abgegeben werden. Auch manche Fachhändler nehmen alte Energiesparlampen zurück.

Halogen-Metaldampflampen

Halogen-Metaldampflampen gehören zu den Hochdruck-Gasentladungslampen und haben technisch gesehen mit Halogenlampen nichts gemein. Sie werden hauptsächlich in Anwendungsbereichen

eingesetzt, wo große oder sehr große Lichtmengen bei langer Brenndauer (also mit wenigen Schaltvorgängen) benötigt werden. Typische Einsatzgebiete sind deshalb neben Schaufenster-, Verkehrs- und Außenbeleuchtungen eben unter anderem auch die Beleuchtung von Ausstellungen und Messen.

Halogen-Metaldampflampen haben einen hohen Farbwiedergabeindex und gehören zu den effizientesten Leuchtmitteln. Sie müssen mit einem Vorschaltgerät betrieben werden und benötigen einige Minuten bis zur vollen Lichtleistung. Generell müssen Halogen-Metaldampflampen, wie auch Energiesparlampen, durch Entsorgungsfachbetriebe (Schadstoffsammelstellen oder Wertstoffhöfe) entsorgt werden.

LED-Lampen

LED-Lampen (von Englisch: light-emitting diode, zu Deutsch: Licht-emittierende Diode) sind sowohl in der Nutzung als auch in der Herstellung sehr effizient. Laut einer Studie der Stiftung Warentest (5/2013) ist



In der Ausstellung „Haitec in der Urzeit“ setzen LED-Lampen wichtige Ausstellungsinhalte in Szene. Foto: Die Etagen GmbH

die Ökobilanz von LED-Lampen deutlich besser als die von Kompaktleuchtstofflampen oder Halogenlampen.

Zu beachten ist allerdings, dass für den Bau von LED seltene Erden verwendet werden, von denen es weltweit nur wenige Lagerstätten gibt.²⁸ Gleichwohl punkten LED-Lampen auch durch lange Lebensdauer. Mit ihnen eröffnet sich eine Fülle neuer Gestaltungsmöglichkeiten. Die LED-Lampen sind im Prinzip winzige Lichtpunkte, die in sehr verschiedene Formen gebracht werden können: vom flexiblen Leuchtband über indirekte Beleuchtung bis zum Sternenhimmel. Aus kreativer Sicht sind die neuen LEDs deshalb sehr interessant.

Technische Lösungen als Kulissenersatz

In den meisten Ausstellungen wird umfangreiche Medientechnik zur Vermittlung der Ausstellungsinhalte eingesetzt. Die geschieht in den verschiedensten Formen und Ausprägungen. Typische Beispiele sind Filmprojektionen und interaktive PC- und Spiele-Stationen. Letztere sind gerade bei jüngeren Ausstellungsbesuchern beliebt, besonders wenn sie den Ausstellungsbesuchern zum Beispiel über den Einsatz von Kinect-Technologie raumgreifende und bewegungsorientierte interaktive Angebote machen. Bestimmte Ausstellungskonzepte zielen auch explizit darauf ab, Ausstellungserlebnisse zu schaffen, die

/// *Wartungsvorgänge sind vor dem Bau zu durchdenken! Der Aufwand für den Betrieb einer Ausstellung ist nicht zu unterschätzen.*

Carina Meyer, Stiftung Freilichtmuseum am Kiekeberg

nicht mehr zwingend an einen konkreten Ausstellungsraum gebunden sind, sondern die schwerpunktmäßig über das Internet und die sozialen Netzwerke kommuniziert und rezipiert werden.

Ein ökologischer Aspekt bei der Nutzung moderner Medientechnik in Ausstellungen ergibt sich durch die Möglichkeit, mit modernen Medien ressourcenaufwendige Aufbauten zu ersetzen, etwa einen materialintensiven Kulissenbau durch eine Projektion.



Durch eine interaktive Projektion können die Besucher eine Winterlandschaft in eine Frühlingszene verwandeln. Fotos: Ausstellung „Haus der Berge“, Nationalparkverwaltung Berchtesgaden, © Atelier Brückner, M. Jungblut

Ressourcen können hier insofern geschont werden, als dass weniger Materialien beim Bau benötigt und auch in der weiteren Nutzung weniger Ressourcen erforderlich werden: Das Bild einer Beamer-Projektion kann gegebenenfalls einfacher ausgetauscht werden als eine Kulisse; zudem entsteht potenziell weniger Abfall. Allerdings benötigt auch die Produktion und der Betrieb von Elektrogeräten Energie und Ressourcen. Und nur eine fachgerechte Entsorgung der Altgeräte kann die Folgen von ökologisch problematischen E-Schrott-Exporten bannen.

Auch der zunehmende Einsatz von „Augmented Reality“-Anwendungen (kurz AR, Englisch für erweiterte Realität) in Ausstellungen kann unter dem Aspekt betrachtet werden, dass mit ihnen bestimmte, gegebenenfalls besonders materialintensive Maßnahmen eingespart werden können. Die AR-Technik benötigt zwei Komponenten: Ein reales Objekt, das als Marker fungiert, und ein mobiles Endgerät (Smartphone oder Tablet) mit App und Kamerafunktion, das in seinem Display diesen Marker durch ein vorbestimmtes Element ergänzt oder ersetzt. So können zum Beispiel die Abbildung eines Knochenskeletts oder auch ein ganz reales Knochenskelett in einer Ausstellung als Marker dienen und im Display des Betrachters per AR-Technik mit einer Muskel- und Hautschicht ergänzt und als kompletter Dinosaurier dargestellt werden. Dieser Dinosaurier, um beim Beispiel zu bleiben, kann animiert sein und für interaktive Angebote bereitstehen.

Ein anderes Beispiel stammt aus einer nicht zeit- aber ortsfernen Sphäre: Der Unterwasserwelt. Wenn Besucher auf bereitliegenden Tablets eine AR-Unterwasserwelt aus der Perspektive eines Tauchers



Durch Augmented Reality können zusätzliche Informationen auf Exponate oder (wie hier) eine Landschaft projiziert werden. Foto: Die Etagen GmbH

interaktiv erkunden können, kann dies so spannend und faszinierend sein, dass ein echtes Aquarium mit all seinen Reizen und seiner letztendlich obligatorischen „Dinnen-Draußen-Architektur“, nicht automatisch gegen die besondere Perspektive ankommt, die der Betrachter durch AR-Technologie einnehmen kann. Ob dadurch in einer Ausstellung ein Aquarium eingespart werden könnte oder sollte, oder ob auch eine Ergänzung klassischer Rezeption durch AR-Angebote interessant sein kann, liegt im Ermessen des Ausstellungskonzepters. In jedem Fall bieten auch AR-Angebote dem Besucher echte Erfahrungen und Erlebnisse.

Mobile Geräte: „Bring Your Own Device“

Mobile Endgeräte, insbesondere Smartphones, bieten von Haus aus etliche interaktive Funktionen, die in Ausstellungen typischerweise angeboten werden, zum Beispiel Audio Guides, PC-Anwendungen,

Filme. Die klassisch-technischen Lösungen bedürfen in der Regel eines großen Investitionsaufwandes, haben hohe Wartungskosten und sind recht fehleranfällig, was nicht selten zu einem Ausfall von Teilen der Ausstellung führt. Dann stehen Besucher möglicherweise vor schwarzen Bildschirmen oder interagieren mit defekten Ausleihgeräten.

Mit dem „Bring Your Own Device“-Ansatz werden die vom Besucher selbst mitgebrachten Geräte zum Anzeigen und Abspielen der Ausstellungsinhalte genutzt. Als multimediale Geräte vereinen sie viele bisherige Lösungen. Text, Bild, Video und Ton werden durch das eigene Smartphone in einer für den Besucher bekannten Umgebung zusammengeführt. Dieser Ansatz ist spannend und ausbaufähig: Mit ihm können auch Angebote realisiert werden, die mit bisherigen Ausstellungsmethoden schwer umzusetzen sind, wie zum Beispiel „Serious Games“, also digitalgestützte Spiele mit pädagogischem Zweck.

Hinzu kommt ein willkommener Nebeneffekt: Wenn Besucher sich über einen Ausstellungsbesuch eine Ausstellungs-App herunterladen, können sie die aufgenommenen Informationen zu Hause vertiefen, sie ihren Freunden und Bekannten zeigen und ihre Erfahrungen in sozialen Netzwerken teilen.

Dieser Ansatz geht von einer weiten Verbreitung von Smartphones aus und macht sich diese zunutze. Der Einwand, nicht alle Besucher hätten ein Smartphone, sollte durch ein Leihangebot beantwortet werden. Besucher, die kein eigenes Smartphone mitbringen, können so ebenfalls am medialen Ausstellungserlebnis teilhaben. Die zunehmende Verbreitung mobiler Endgeräte kann dies perspektivisch überflüssig machen.

Klimaschonendes Hosting: Websites und Server

Die aktive Bewerbung und Vermarktung von Ausstellungen über eine Internetpräsenz, sei es über eine Programmseite oder als eigenständige Website, ist für Ausstellungsmacher heute Standard. Ist diese Vermittlungsstrategie umweltfreundlich?

Der Strom- und Ressourcenverbrauch von Servern, die Internetanwendungen bereitstellen, ist immens. Um die eigene Website „klimaneutral“ zu stellen, bietet eine Reihe von Dienstleistern einen einfachen Service an. Durch die Registrierung und die Zahlung eines jährlichen Beitrags, basierend auf der Anzahl der Besucher der eigenen Website, werden Klimaprojekte finanziert, zum Beispiel erneuerbare Energieanlagen. Im Gegenzug erhält man eine Grafik, die auf der eigenen Website eingesetzt werden kann und jedem Besucher das Engagement zeigt. Hintergrund ist hier ein rein rechnerischer Umweltschutz.

Alternativ dazu bieten sich technische Dienstleister an, die die Server mit Ökostrom betreiben. Entsprechende Anbieter sind leicht im Internet zu finden. Umweltschädliche Stromerzeugung wird hier nicht nur rechnerisch ausgeglichen, sondern faktisch minimiert.

7. Ausstellungsbetrieb

Der Betrieb von Ausstellungen kann über viele Maßnahmen umweltfreundlicher gestaltet werden. In modernen Ausstellungshäusern sind durch bauliche Maßnahmen und energiesparende Heizungs- und Belüftungstechnik oft schon gute Rahmenbedingungen vorhanden. Wenn dies nicht der Fall ist, sollten Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung geprüft und umgesetzt werden. Aber auch kleine, alltägliche und leicht umzusetzende Veränderungen können den konkreten Ausstellungsbetrieb optimieren.

Umweltfreundliche Gebäudereinigung

In Ausstellungsräumen sowie ihren Zugangs- und Servicebereichen (Eingangsbereich, Flure, Toiletten) sind kontinuierlich Reinigungsarbeiten durchzuführen. Über das Putzwasser können schädliche Inhaltsstoffe schnell in das Ab- und auch Grundwasser gelangen. Durch die Art und Häufigkeit der Reinigung, die Auswahl der eingesetzten Reinigungsmittel und durch die Vermeidung aggressiver Desinfektionsmittel können negative Auswirkungen auf die Umwelt verringert oder vermieden werden. Vor dem Hintergrund, dass in öffentlichen Gebäuden häufig Reinigungsdienstleister eingesetzt werden, hat das Umweltbundesamt einen Leitfaden zur nachhaltigen öffentlichen Beschaffung

von Reinigungsdienstleistungen und -mitteln herausgegeben, der ökologische Kriterien empfiehlt und Unterstützung bei der Auswahl von Dienstleistern gibt.²⁹

Transport- und Verpackungslösungen

Besonders bei Wanderausstellungen, die einen mehrfachen Transport der Exponate erfordern, sollten Verpackungen gewählt werden, die wiederverwendet werden können. Mehrwegverpackungen vermeiden Abfälle und sind deshalb ein einfacher Weg zu weniger Umweltbelastungen. So können zum Beispiel Umzugsdecken in vielen Fällen die sonst übliche Kunststoffolie ersetzen. Wenn die zu verpackenden Exponate es nötig machen, dass die Verpackungsmaterialien exakt auf sie angepasst sind, kann die Verwendung von Mehrweg-Verpackungen bei Wanderausstellungen allerdings auch zu Lagerproblemen führen.

Es gibt vor diesem Hintergrund einige Ansätze, um die Transportproblematik von Ausstellungen schon in der Konzeption zu berücksichtigen und sie kreativ zu integrieren: So kann es sich lohnen, von Anfang an auf besonders robuste und kompakte Lösungen zu setzen, die im Transportfall keine oder wenig Verpackung benötigen. Es gibt auch Wanderausstellungen, in denen die Sockel für Exponate gleichzeitig als Transportkisten für diese genutzt werden können.

Generell hilft ein modularer Aufbau von Ausstellungsstationen dabei, besonders platzsparend zu transportieren.

Besuchermobilität / Anreise

Die Möglichkeiten zur Einflussnahme auf eine umweltbewusste Form der Anreise der Besucher einer Ausstellung sind begrenzt.

Eine gute Anbindung des Ausstellungsgebäudes an den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), an nahegelegene Bahnhöfe und Bushaltestellen erhöht natürlich zunächst einmal die Chancen auf zahlreiche Nutzer solcher Angebote. Auf diese sollte allerdings auch ganz explizit hingewiesen werden, etwa durch Aushänge im Eingangsbereich der Ausstellung, auf Flyern und der Website.

Zusätzliche Anreize können mit den Mobilitätsanbietern ausgehandelte Kooperationen bieten, etwa ein Kombiticket zum Eintritt inklusive Nutzung des ÖPNV zur Ausstellung. Positive Nebeneffekte sind die Entlastung der Parkplatzsituation sowie die leichtere Anreise für Gruppen.

/// Wir weisen unsere Gäste explizit auf die Möglichkeit der Anreise per Bahn hin.

Dr. Peter Lienau, Seehundstation Norddeich

/// Unsere Mitarbeiter und Besucher sollen nach Möglichkeit mit der Waldbahn zum Infozentrum gelangen. Dafür wurde ein spezielles Ticket entwickelt. Außerdem sind die Öffnungszeiten an den Stundentakt der Bahn angepasst.

Hartwig Löffmann,

Europäisches Fledermauszentrum / Naturpark Bayerischer Wald e.V.

Anhang

Zur weiteren Recherche

Die folgende Liste zeigt Institutionen, die mit ihren jeweiligen Arbeitsschwerpunkten weitgehend herstellerneutral über nachhaltige Themen berichten, Produkte unter Umweltgesichtspunkten zertifizieren oder sie wissenschaftlich erforschen.

- * **Bauen.de** (www.bauen.de)
- * **Baunetz Wissen** (www.baunetzwissen.de)
- * **Bremer Umwelt Beratung** (www.bremer-umwelt-beratung.de)
- * **Bremer Umweltinstitut GmbH** (www.bremer-umweltinstitut.de)
- * **Blauer Engel** (www.blauer-engel.de)
- * **Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND)** (www.bund.net)
- * **ClimatePartner** (www.climatepartner.com)
- * **Dasselbe in grün** (www.dasselbe-in-gruen.de)
- * **Europäisches Umweltzeichen** (www.eu-ecolabel.de)
- * **Eco-Institut-Label** (www.eco-institut.de)
- * **Eco-World** (www.eco-world.de)
- * **Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e.V. (FNR)** (www.nachwachsenderohstoffe.de)
- * **Forum Nachhaltiges Bauen** (www.nachhaltiges-bauen.de)
- * **FSC** (www.fsc-deutschland.de)
- * **Initiative EnergieEffizienz** (www.stromeffizienz.de)
- * **Institut Bauen und Umwelt e.V.** (www.bau-umwelt.de)
- * **IBR-Prüfsiegel** (www.baubiologie-ibr.de)
- * **Kompetenzzentrum innovative Beschaffung** (www.koinno-bmwi.de)
- * **Lexikon der Nachhaltigkeit** (www.nachhaltigkeit.info)
- * **Nachhaltig Publizieren** (www.nachhaltig-publizieren.de)
- * **natureplus** (www.natureplus.org)
- * **Ökoportal** (www.oekoportal.de)
- * **Öko-Test** (www.oekotest.de)
- * **Öko-Institut e.V.** (www.oeko.de)
- * **Öko+ Verband** (www.oekoplus.de)
- * **PEFC** (www.pefc.de)
- * **Stromtipp.de** (www.stromtipp.de)
- * **Umweltbundesamt** (www.umweltbundesamt.de)
- * **Umweltbundesamt des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)** (www.bmub.bund.de)
- * **Umweltdatenbank** (www.umweltdatenbank.de)
- * **WECOBIS** (www.wecobis.de)

Wenn einzelne Werkstoffe gesucht werden, empfiehlt sich eine Internetrecherche auf der Basis der in den Texten genannten Stichworte. Ergänzend kann eine Lieferantenliste zu den in dieser Broschüre genannten Werkstoffe über folgende Internetseite angefragt werden: www.umweltfreundliche-ausstellungen.de.

Quellenangaben

1. Braun, Marie-Luise/ Peters, Ulrike/ Pyhel, Thomas (Hrsg.) (2003): Faszination Ausstellung. Praxisbuch für Umweltthemen. Leipzig. 18f.
2. vgl. Pyhel, Thomas (2007): Ausstellungen als Instrumente effektiver Nachhaltigkeitskommunikation. In: Michelsen, Gerd/Godemann, Jasmin (Hrsg.) (2007): Handbuch Nachhaltigkeitskommunikation. Grundlagen und Praxis. oekom verlag. München. Seiten 375-384.
3. Janssen, Wilfried (2009): Interaktion zwischen Exponat und Besucher – Ausstellungen als Medium der Umweltbildung. In: Brickwedde, Fritz/ Bittner, Alexander (Hrsg.) (2009): Kindheit und Jugend im Wandel! Umweltbildung im Wandel? Erich Schmidt Verlag. Berlin. Seiten 144-153.
4. Pyhel, Thomas (2015): Lernen in Erlebniswelten. In: Witte, Ulrich et al. (Hrsg.) (2015): Nachhaltigkeit gestalten. Trends und Entwicklungen in der Umweltkommunikation. oekom verlag München. Seiten 233-249.
5. Wohlers, Lars (2006) (Hrsg.): Management in der informellen Umweltbildung. edition erlebnispädagogik, Lüneburg
6. <http://www.wecobis.de>
7. https://www.blauer-engel.de/sites/default/files/raluz-downloads/vergabegrundlagen_de/UZ-072-2014.zip
8. <http://www.WECOBIS.de/grundstoffe/kunststoffe-gs/formaldehydharze-gs.html>
9. Studie des Bremer Umweltinstitut von 2011 zur möglichen Gesundheitsgefährdung durch PMDI-Bindemittel.
10. Die Werte basieren auf Angaben von WECOBIS, dem ökologischen Bauinformationssystem (www.wecobis.de). Sie sind auf der Website bei den einzelnen Holzwerkstoffen unter „Lebenszyklus“ zu finden
11. Vortrag „Formaldehyd in Bauprodukten und der Innenraumluft“ von Dr. Gerd Zwiener, gehalten am 21.1.2015 auf der BAU München
12. Rüter und Diederichs 2012
13. Öko-Test Ratgeber Bauen 2011, S. 37
14. Öko-Test Ratgeber Bauen 2011, S. 37
15. http://de.wikipedia.org/wiki/Sandwichplatte_mit_Wabenkern.
16. Abbildung produziert von George William Herbert, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1197462>
17. <http://www.greenpeace.org/austria/de/themen/konsum/Hintergrund-Info/bewusst-einkaufen/konsum/chemikalien-kunststoffe/kunststoffe/>
18. <http://www.wecobis.de/grundstoffe/kunststoffe-gs/polyvinylchlorid-gs.html>
19. [http://www.brettmartin.com/~media/Files/Plastic Sheets Documents German/Marketing Documents German/foamaluxextra_factsheet_ger.pdf](http://www.brettmartin.com/~media/Files/Plastic%20Sheets%20Documents%20German/Marketing%20Documents%20German/foamaluxextra_factsheet_ger.pdf)
20. <http://www.WECOBIS.de/grundstoffe/kunststoffe-gs/polyethylen-gs.html>
21. <http://amazingy.com/magazine/de/glas-oder-plastik/>
22. <http://www.wecobis.de/grundstoffe/kunststoffe-gs/polyester-gs.html>
23. <http://nachhaltiges-bauen.de/baustoffe/Stahl>
24. <https://de.wikipedia.org/wiki/Aluminium>
25. <http://www.wecobis.de/grundstoffe/metalle-gs/aluminium-gs.html>
26. <https://de.wikipedia.org/wiki/Aluminium>
27. <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energieverbrauchskennzeichnung/lampen-leuchten>
28. <http://www.umweltinstitut.org/fragen-und-antworten/energie-klima/led.html>
29. <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/leitfaden-zur-nachhaltigen-oeffentlichen>

Foto Cover sowie Fotos Nr. 1
und Nr. 3 auf der Rückseite:
Ausstellung „Haus der Berge“,
Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
© Atelier Brückner, Michael Jungblut

Foto Nr. 2 auf der Rückseite:
Ausstellung „Erleben,
was die Welt bewegt“,
Überseemuseum Bremen



UMWELTFREUNDLICHE AUSSTELLUNGEN

Dieser Ratgeber gibt Einblicke in die vielschichtigen Fragestellungen zur umweltfreundlichen Gestaltung und zum umweltfreundlichen Betrieb von Ausstellungen. Wenn die Inhalte und Botschaften von Umweltausstellungen umweltfreundlich realisiert werden, kann die Umsetzung – offensiv oder subtil – selbst zu einem Teil der Präsentation werden. Dadurch entstehen besonders authentische und überzeugende Lern- und Erlebnisorte. Die Broschüre bietet Anregungen und Hilfestellungen für die Entwicklung geeigneter Lösungen.

Angesprochen werden Ausstellungsmacher in Agenturen und Institutionen, Konzepter, Gestalter und Umsetzer sowie Ausstellungsveranstalter und andere Museumsexperten, die mit der Ausschreibung, Entwicklung und Realisierung von Ausstellungen beauftragt werden. Aber auch „Nicht-Experten“ können wichtige Hinweise für die eigene Umsetzung einer geplanten Ausstellung finden.

Autoren:

Karen Hehnke, Diplom-Designerin und Projektleiterin, arbeitet seit 2003 bei der Agentur Die Etagen GmbH und leitet seit 2010 die Abteilung Ausstellungen (www.expo-etage.de). Sie hat etliche Ausstellungsprojekte im Bereich Umweltkommunikation und Umweltbildung umgesetzt.

Peter Hellmich, Sozialwissenschaftler, Texter und Konzepter, hat an vielen Ausstellungen zu Umweltthemen mitgewirkt und ist ein erfahrener Ideengeber im Bereich der Umweltkommunikation.

Dr. Thomas Pyhel, stellvertretender Leiter der Abteilung „Umweltkommunikation und Kulturgüterschutz“ in der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Seine Arbeitsschwerpunkte in der informellen Umweltbildung liegen unter anderem in den Bereichen Ausstellungen und Museen, Film, Fernsehen und Hörfunk sowie Multimedia.

Andree Josef, Geschäftsführer der Agentur Die Etagen GmbH in Osnabrück, ist Herausgeber dieser Broschüre.

Bestellung über:

www.umweltfreundliche-ausstellungen.de

ISBN 978-3-00-053129-3

14,90 Euro



9 783000 531293