

Titel	OMATS – OFML-kompatible Materialien¹
Autor/Editor	Ekkehard Beier/Thomas Gerth, EasternGraphics GmbH im Auftrag des Arbeitskreises <i>Industrielle Aspekte der OFML-Normung (IAON)</i> in Zusammenarbeit mit wegscheider office solution gmbh (Deutschland) und weber office solution gmbh (Schweiz)
Referenz	Titel: OMATS Spezifikation Version: 1.5 Datum: 2015-02-27

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	2
2. Das abstrakte Materialmodell.....	2
2.1. Materialtypen.....	3
2.2. Materialkategorie ‚Monochromes Material‘.....	3
2.3. Materialkategorie ‚Texturiertes Material‘.....	4
2.4. Materialkategorie ‚Selbstleuchtendes Material‘.....	4
2.5. Physikalische Materialeigenschaften.....	5
2.6. Textur-Mapping-Verfahren.....	5
3. Materialbibliotheken.....	7
Anhang.....	8
Anhang 1 - Übersicht über die Zielmaterialmodelle.....	8
Anhang 2 – OFML-Datenformat für Materialien.....	10
Historie.....	11

Referenzen

[OFML] – *OFML – Standardisiertes Datenbeschreibungsformat der Büromöbelindustrie*, Version 2.0, 2. überarbeitete Fassung, BSO e.V., 2002.

¹ Copyright © 2006 - 2015 Arbeitskreis *Industrielle Aspekte der OFML-Normung*. All rights reserved.

1. Einführung

Der OFML-Standard definiert ein Materialmodell, welches relativ mächtig ist und sich nicht unbedingt in vollem Umfang auf CAD-Systeme abbilden lässt. Weiterhin lässt der OFML-Standard die physische Repräsentation von OFML-Materialbibliotheken, sowie die Repräsentation von Materialien innerhalb der Anwendungen offen.

Das Ziel der Spezifikation OMATS besteht darin, ein abstrahiertes Materialmodell in Anlehnung an das OFML-Materialmodell zu definieren, bei dem nicht die technischen Machbarkeiten im Vordergrund stehen, sondern die branchenüblichen Anforderungen. Gleichzeitig werden die wesentlichen existierenden Zielmaterialmodelle fokussiert, mit dem Ziel einer möglichst umfassenden und konsistenten Abbildbarkeit des abstrakten Modells auf diese. Es ist offensichtlich, dass es einen Restgrad an Anforderungen für High End-Visualisierungen gibt, die nicht vollständig durch das OMATS-Materialmodell abgebildet werden können. Dies wird jedoch ausdrücklich in Kauf genommen.

Ein weiteres Ziel besteht darin, alle weiteren relevanten Aspekte im Umgang mit den Materialien, wie deren physische Repräsentation, Zusammenfassung zu Bibliotheken und Verwendung in OFML-Anwendungen, einheitlich festzuschreiben.

2. Das abstrakte Materialmodell

Das nachfolgend beschriebene Materialmodell umfasst die prinzipiellen, durch die Branche definierten Materialparameter für die übliche Darstellung in 3D-Rendering-Verfahren, sowohl für den Echtzeit- wie auch den photorealistischen Bereich. Darüber hinaus werden auch Parameter erfaßt, die für andere Verfahren und Berechnungen relevant sind, z.B. akustische Eigenschaften.

Bei der Beschreibung der Parameter werden folgende **Datentypen** verwendet:

- PI – positive Ganzzahl
- FP – allgemeine Gleitkommazahl
- RGB²-Vektor aus drei Farbwerten zur Repräsentation der Basisfarben Rot, Grün und Blau. Jeder Farbwert f muß im Bereich $0.0 \leq f \leq 1.0$ liegen.
- RGB-IMAGE – Bilddatei

Dieser Datentyp beschreibt zweidimensionale Bilddateien, bestehend aus RGB-Farbwerten. Unterstützt werden die Formate:

- PNG
- JFIF
- TGA

Die Dimensionen der Bilddateien sollen Zweierpotenzen sein. Je nach Beschaffenheit des Materials werden die folgenden Größen vorgeschlagen:

- 1.024 x 1.024 – sehr feine, hoch-strukturierte Materialien
- 512 x 512 – ‚normale‘ Materialien
- 256 x 256 – einfache, gering-strukturierte Materialien

Die Materialien sind normalerweise so anzulegen, dass eine Wiederholung in beiden Dimensionen optisch ansprechend möglich ist.

Die Namensvergabe der Bilddateien ist beliebig³.

- RGBA-IMAGE – Bilddatei

Dieser Datentyp stellt eine Erweiterung des Typs RGB-IMAGE dar und beinhaltet einen zusätzlichen Transparenzwert. Dieser kann entweder ein skalarer Wert sein oder ein expliziter Farbwert, welcher digital die Transparenz steuert, d.h. Texel⁴ mit diesem Farbwert werden transparent dargestellt.

2 Im Rahmen von OMATS wird ausschließlich das RGB-Farbmodell verwendet. Es ist natürlich OMATS-basierten Anlagewerkzeugen freigestellt, alternative Farbmodelle zu verwenden. Spätestens zum Zeitpunkt des Exports muß dann allerdings die Konvertierung in das RGB-Farbmodell erfolgen.

3 Im Fall eines globalen Texturpfades (z.B. im Kontext AutoCAD) muß die entsprechende Anwendung dafür sorgen, dass es nicht zu Namenskonflikten kommt.

4 in der 3D-Computergrafik ein Pixel einer Textur

- FP3-IMAGE – Bilddatei

Dieser Datentyp entspricht prinzipiell dem Typ RGB-IMAGE; allerdings werden die Werte als normierte Normalenvektoren interpretiert.

- SYMBOL – symbolischer Bezeichner

Alle nachfolgend beschriebenen Materialparameter sind optional, d.h. müssen in einer Materialbeschreibung nicht zwingend angeführt werden.

2.1. Materialtypen

- *Material_Type* [SYMBOL]

Der Materialtyp dient der Auswahl eines passenden Shaders. Weiterhin können auf Basis des Materialtyps die verfügbaren Parameter in einem Editor eingeschränkt werden.

Folgende Werte sind definiert:

- *Common*

Dies ist der empfohlene Default-Typ, wenn dem Material keiner der u.g. spezifischen Materialtypen zugeordnet werden kann oder soll. Fehlt der Parameter, so ermittelt die Applikation anhand von Heuristiken aus den anderen, angegebenen Parametern selbständig einen „passenden“ Shader⁵ (welcher dann u.U. nicht die gewünschten Ergebnisse bringt).

- *Glass*

Dieser Typ sollte allen Glas-Materialien zugeordnet werden. Wird stattdessen der Typ *Common* verwendet, kann es z.B. dazu kommen, dass das Material wie transparenter Kunststoff wirkt.

- *Glass_Translucent*

Materialtyp zur Darstellung von transluzentem Glas.

- *Metal_Polished*

Dient der Kennzeichnung bzw. besseren Darstellung von glänzenden Metalloberflächen.

- *Illuminant*

Materialtyp für selbstleuchtende Objekte. Sinnvoll in Verbindung mit dem Parameter *Luminance*.

2.2. Materialkategorie ‚Monochromes Material‘

Die Parameter dieser Kategorie sind zur Beschreibung einfacher, einfarbiger Materialien vorgesehen.

- *Ambient_Color* [RGB]

Die ambiente Farbe dient zur Simulation der Interaktion von Objekten mit dem ambienten Umgebungslicht.

Der vordefinierte Wert ist 1.0, 1.0, 1.0 (weiss).

- *Diffuse_Color* [RGB]

Die diffuse Farbe dient zur Simulation der diffusen Reflexionseigenschaften der Objektoberfläche.

Der vordefinierte Wert ist 1.0, 1.0, 1.0 (weiss).

- *Specular_Color* [RGB]

Die spekulare Farbe dient zur Simulation der spekularen Reflexionseigenschaften der Objektoberfläche und legt gleichzeitig die Farbe für Glanzlichter (Phong-Modell) fest.

⁵ Wenn z.B. der *Luminance*-Wert des Materials über 0 liegt und das Material nicht texturiert ist, wird der Typ *Illuminant* angenommen.

Der vordefinierte Wert ist: 0.0, 0.0, 0.0 (schwarz).

- *Specular_Factor* [FP]

Die Gewichtung der spekularen Farbe dient zur Steuerung der Intensität der spekularen Reflektion der Objektoberfläche. Glanzlichter (Phong-Modell) werden davon nicht beeinflusst.

Der vordefinierte Wert ist 1.0.

- *Transparency* [FP]

Die Transparenz dient zur Simulation transparenter Eigenschaften des Materials. Es handelt sich um einen frequenzunabhängigen skalaren Wert.

Der vordefinierte Wert ist 0.0, d.h. es liegt keine Transparenz vor.

- *Refraction* [FP]

Der skalare Wert gibt die Brechung des Lichts im Fall transparenter Materialien an. Unter dem Brechungsindex versteht man das Verhältnis der Phasengeschwindigkeit des Lichts im Vakuum zu der im jeweiligen Material.

Ausgewählte Werte sind:

- 1.33 – Wasser
- 1.5 ... 1.9 – Glas

Der vordefinierte Wert ist 1.0 und entspricht dem Brechungsindex von Vakuum.

- *Shininess* [FP]

Der skalare Wert gibt den Glanz für glänzende Oberflächen an. Hierbei handelt es sich um den ganzzahligen Exponenten des cos-Terms entsprechend dem Beleuchtungsmodell nach Phong.

Als Faustregel gilt: Je größer dieser Wert, desto kleiner der die Spiegelung der Lichtquelle simulierende Glanzeffekt.

Der vordefinierte Wert ist 30.

2.3. Materialkategorie ‚Texturiertes Material‘

Die Parameter dieser Kategorie stellen eine Erweiterung der Kategorie ‚Monochromes Material‘ dar und definieren die folgenden zusätzlichen Eigenschaften. Je nach verwendetem Rendering-Verfahren werden dann die einen oder die anderen Parameter verwendet.

- *Diffuse_Map* [RGBA-IMAGE]

Die hierdurch referenzierte Bilddatei dient zur ersetzenden Beschreibung der diffusen Oberflächeneigenschaften des entsprechenden Materials.

Es ist keine Bilddatei diesbezüglich vordefiniert.

- *Normal_Map* [FP3-IMAGE]

Die hierdurch referenzierte Bilddatei dient zur ersetzenden Beschreibung der Normalenvektoren (sog. Normal-Mapping).

Es ist keine Bilddatei diesbezüglich vordefiniert.

2.4. Materialkategorie ‚Selbstleuchtendes Material‘

Die Parameter dieser Kategorie dienen der Simulation von geometrie-basierten Lichtquellen. Damit lassen sich z.B. modellierte Leuchtstoffröhren realistisch darstellen.

- *Emissive_Color* [RGB]

Definiert die Farbe des emittierten Lichts.

Der vordefinierte Wert ist 0.0, 0.0, 0.0 (Schwarz).

- *Luminance* [FP]
Gibt die Leuchtdichte des Materials in cd/m^2 an.
Der vordefinierte Wert ist 0.

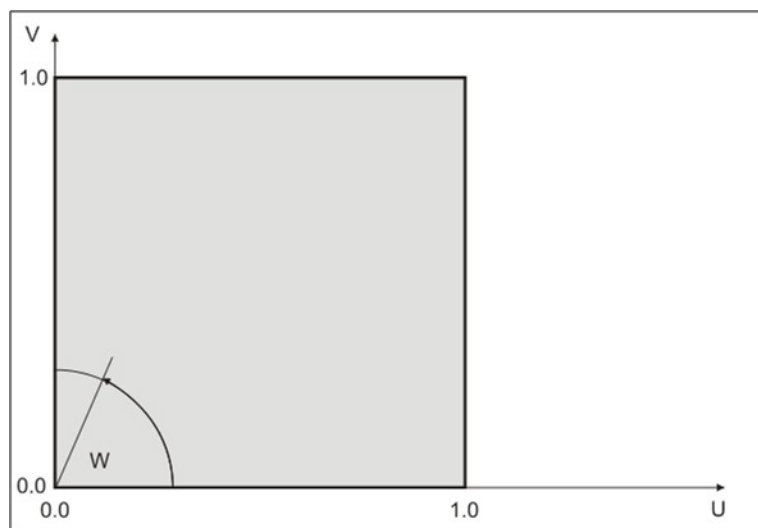
2.5. Physikalische Materialeigenschaften

- *Sound_Absorption* [{{PI} [FP]}*]
Der Parameter wird als eine Menge von Wertepaaren dargestellt, welche für unterschiedliche Frequenzen (1. Wert) den Schallabsorptionsgrad (2. Wert) angeben.
Üblicherweise wird der Schallabsorptionsgrad für folgende Frequenzen angegeben: 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz.
Der Schallabsorptionsgrad ist eine nicht-negative Gleitkommazahl. Normalerweise liegt der Wert zwischen 0 (keine Absorption) und 1 (vollständige Absorption). Es können aber auch Werte vorkommen, die leicht über 1 liegen. Das ist dann möglich, wenn die tatsächlich wirksame Fläche eines schallabsorbierenden Objekts größer ist als die geometrische Fläche, die für die Akustik-Berechnung herangezogen wird.

2.6. Textur-Mapping-Verfahren

Im Rahmen von OMATS werden die in diesem Abschnitt unterstützten Textur-Mapping-Verfahren definiert.

Ausgangspunkt sind dabei die Datentypen *RGB-IMAGE* bzw. *FP3-IMAGE* wie oben definiert. Diese werden, wie nachfolgend abgebildet, auf den normierten U-V-Koordinatenbereich projiziert, auf den alle weiteren Ausführungen Bezug nehmen.

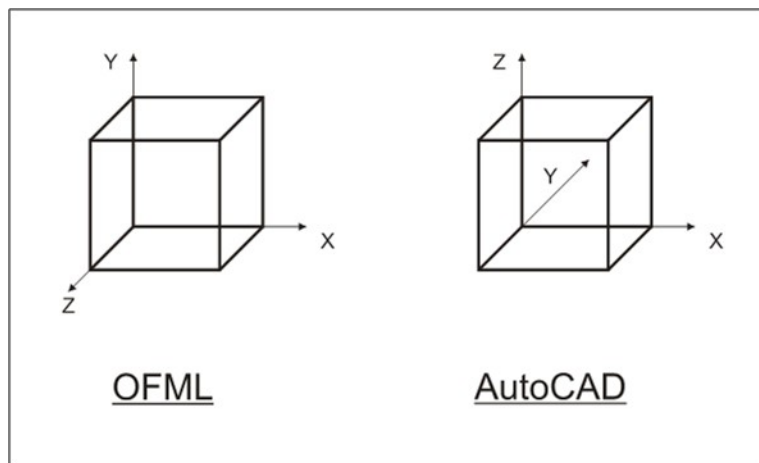


Im Rahmen der Mappings werden die folgenden Transformationen (in dieser Reihenfolge) der Texturen unterstützt:

- Rotation um den Winkel W
- Verschiebung um einen U-V-Offset
- Skalierung im U-V-Bereich (in OFML: $\text{scale } 1/U \ 1/V$)

Für diffuse Maps und Normal-Maps können separate Transformationsparameter angegeben werden. Ist kein spezifischer Transformationsparameter für die Normal-Map angegeben, wird der entsprechende Parameter für die diffuse Map verwendet (wenn vorhanden).

Weiterhin sind die beiden relevanten Koordinatensysteme zu beachten:



Ebenen-Mapping

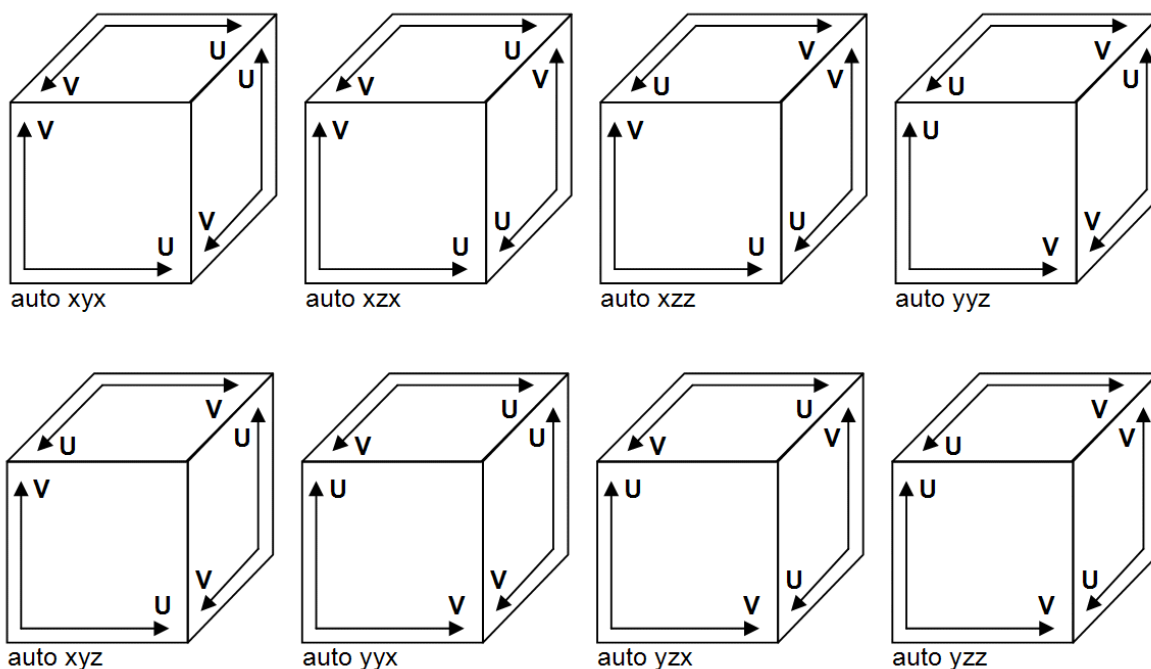
Hierbei handelt es sich um eine planare Abbildung in eine vorgegebene Projektionsebene. Diese beschreibt die Lage des U-V-Raums und kann folgendermaßen gewählt werden:

- YZ-Ebene
- XZ-Ebene
- XY-Ebene
- Definition durch normierten Normalenvektor

Zusätzlich kann die Projektionsebene beliebig um alle Koordinatenachsen rotiert werden. Verschiebung und Skalierung im U-V-Raum wird ebenfalls unterstützt.

Quader-Mapping

Beim Quader-Mapping handelt es sich um die automatische Abbildung der Modellkoordinaten in die Begrenzungsflächen eines achsenparallel ausgerichteten Quaders. Entlang jeder Koordinatenachse definiert der Quader einen eigenen U-V-Raum. Entsprechen die Basisvektoren U und V jeweils einem kanonischen Basisvektor, lassen sich 8 Basisvarianten angeben:



Die Beschriftung der Quader entspricht der jeweiligen Beschreibung im OFML. Im Tripel hinter dem Schlüsselwort *auto* ist für jede Seite des Quaders die Richtung des U-Vektors kodiert. Und zwar in der Reihenfolge vorne, rechts, oben. Die Ausrichtungen hinten, links und unten sind im OFML analog.

Spiegelungen der Quader an den Koordinatenebenen führen zu entsprechenden Spiegelungen im U-V-Raum, und damit zu weiteren Varianten. Translation, Skalierung und Rotation im UV-Raum werden ebenfalls unterstützt. Die Zuordnung eines Vertices zu einer Seitenfläche des Quaders erfolgt anhand der betragsgrößten Koordinate des Normalenvektors.

Für AutoCAD 2007 ist eine Abbildung der folgenden Basisvarianten (inkl. UV-Transformationen) möglich:

- auto xyx
- auto xzx
- auto xzz
- auto yyz

Bei den übrigen Varianten ist nur für jeweils eine Seite des Quaders ein korrektes Mapping sichergestellt. Für alle anderen Seiten ist das Mapping undefiniert. Wenn das Mapping nur für eine Seite korrekt konvertiert werden kann, wird dafür anhand des achsenparallelen Begrenzungsvolumens die größte Seitenfläche des Objekts bestimmt. Damit wird versucht, trotz dieser Beschränkung eine möglichst optimale Texturierung zu erreichen.

Ab AutoCAD 2008 ist eine korrekte Abbildung der Quader-Mappings in keinem Fall möglich, da die Texturausrichtung auf den sich gegenüberliegenden Seiten des Quaders nicht mehr identisch ist, sondern entlang der U-Achse gespiegelt. Dies fällt vor allem bei rotierten Texturen negativ auf.

Texturkoordinaten

Nicht immer lässt sich das gewünschte Ergebnis mittels allgemeiner Mapping-Verfahren beschreiben. Manchmal ist eine explizite Angabe der UV-Koordinaten erforderlich, diese werden dann nicht am Material, sondern an der Geometrie hinterlegt. Damit entfällt die Berechnung der Projektion aus dem Modellbereich in den UV-Raum. Skalierung, Offset und Rotation werden weiterhin auf die UV-Koordinaten angewendet. Diese Form des Textur-Mappings bzw. die explizite Angabe von Texturkoordinaten wird im AutoCAD nicht unterstützt.

Wie die Texturkoordinaten hinterlegt sind, richtet sich nach dem Geometrieformat, d.h. die Angabe von Texturkoordinaten muss dort vorgesehen sein. Im OFML kann dafür das 3DS-Format genutzt werden.

3. Materialbibliotheken

Eine Materialbibliothek stellt die thematische Zusammenfassung von Materialien dar. Darüber hinaus ist eine spezifische physische Repräsentation damit verbunden.

Die folgenden Ausführungen von Materialbibliotheken werden im Rahmen von OMATS definiert:

- EasternGraphics OFML-Archiv
- AutoDesk MLI

EasternGraphics OFML-Archiv

In OFML bestehen die Materialdaten aus Materialdefinitionsdateien (*.mat) und Bilddateien. Die Definitionsdateien werden (je Serie) in einem OFML-Archiv (*.alb) zusammengefasst. Die Bilddateien liegen dazu parallel.

Es ist üblich, die Materialien zentralisiert abzulegen, z.B. in einer Serie *basics*.

AutoDesk MLI

Hierbei handelt es sich um das von AutoDesk ursprünglich für das Programm 3DStudio eingeführte Format. Es werden allerdings nur die Materialparameter unterstützt, welche AutoCAD verarbeiten kann. Da MLI weder relative noch absolute Texturpfade unterstützt, kommt der Vermeidung von Namenskonflikten eine wichtige Bedeutung zu.

Anhang

Anhang 1 - Übersicht über die Zielmaterialmodelle

Diese Übersicht beschreibt und vergleicht (in gewissen Grenzen) die marktrelevanten Zielmaterialmodelle. Sie dient einerseits zur Ableitung des OMATS-Materialmodelles, andererseits auch wiederum zur Abbildung des OMATS-Modells auf diese.

Eigenschaft	OFML	ACAD 2007
Standardreflektionseigenschaften⁶		
Ambiente Farbe	R[F1] G[F1] B[F1]	R[F1] G[F1] B[F1]
Diffuse Farbe	R[F1] G[F1] B[F1]	R[F1] G[F1] B[F1]
Spekulare Farbe	R[F1] G[F1] B[F1]	R[F1] G[F1] B[F1]
Erweiterte Material-Eigenschaften		
Lichtbrechungsindex	S[FP]	S[FP]
Transparenz	S[F1]	S[F1]
Glanz	S[F128] ⁷	S[F1]
Transluzenz	Nein	S[F1]
Selbstillumination/Emission	R[F1] G[F1] B[F1] ⁸	S[F1]
Luminanz	S[FP]	S[FP]
Texturierung		
Bilddatei ⁹	TGA, BMP, JFIF, TIFF, PNG	TGA, BMP, PNG, JFIF, TIFF, GIF, PCX
Texturprojektion ¹⁰	Ebenen-Mapping, Quader-Mapping, Zylinder-Mapping, Kugel-Mapping	Ebenen-Mapping, Quader-Mapping, Zylinder-Mapping, Kugel-Mapping
Texturprojektion, kompatibel	Ebenen-Mapping	
Texturarten (ersetzend)	diffuse Map, Normal-Map	diffuse Map, spekulare Map, Reflection-Map, Opacity-Map, Bump-Map, Refraction-Map
Texturarten (gewichtend)	diffuse Map	diffuse Map, Opacity-Map, Reflection-Map, Bump-Map
Texturkoordinaten	Übernahme von Texturkoordinaten aus importierter Geometrie (aktuell nur 3DS).	Nein
Spezielles		
Illuminationsmodelle (Shader)	Allgemein, Glas, Selbstleuchtend (Materialtypen)	Normal-Shader, Metall-Shader

6 AutoCAD 2007 unterstützt zusätzlich jeweils noch einen Transparenz-Wert, welcher hier nicht verwendet wird.

7 Als Glänzende Farbe wird die Spekulare Farbe (ohne Gewichtung!) verwendet.

8 Die pCon-Anwendungen unterstützen die Selbstillumination/Emissionsfarbe nur teilweise.

9 Das Format BMP umfasst hier beide Ausführungen: mit und ohne Kompression (RLE).

10 Trotz Gleichnamigkeit der Mapping-Verfahren ist die Interpretation unterschiedlich und keinesfalls abbildbar.

Legende:

kompatibel/eindeutig abbildbar	bedingt kompatibel ¹¹	nicht abbildbar
-----------------------------------	----------------------------------	-----------------

- R, G, B – Rot, Grün und Blau
- S – skalarer Wert

- F – Gleitkommazahl
- F1 – Gleitkommazahl im Bereich 0.0 bis 1.0
- FP – nichtnegative Gleitkommazahl
- I – Ganzzahl
- I100 – Ganzzahl im Bereich 0 bis 100 (Interpretation als Prozent)

¹¹ Die bedingte Kompatibilität setzt voraus, dass die Eigenschaft in jedem Kontext zumindest prinzipiell unterstützt wird.

Anhang 2 – OFML-Datenformat für Materialien

OFML-Materialien können in zwei Formaten repräsentiert werden: Als *Materialdatei* (Erweiterung *.mat*) und als *Inline-Deklaration* (OFML-String). Beide unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Trennung der Material-parameter: während diese bei Materialdateien durch das Zeilenende getrennt sind, erfolgt die Trennung bei Inline-Deklaration durch das Zeichen *;* (Semikolon). Inline-Deklarationen sind in zwei Formen möglich: *Reine Inline-Deklarationen* beginnen mit dem Zeichen *§* (Dollar) und enthalten eine vollständige Materialdefinition. *Material-Modifikatoren* beginnen mit einem voll qualifizierten Materialnamen, der auf ein Material in der OFML-Datenbasis verweist (Basis-Material). Danach folgen, durch Semikolon getrennt, einzelne Materialparameter, die den entsprechenden Parameter des Basis-Materials überschreiben. Jeder Parameter besteht aus einem Schlüsselwort, gefolgt von durch Leerzeichen getrennten Argumenten.

Die folgende Tabelle enthält alle aktuell unterstützten Parameter mit den zugehörigen Schlüsseln in der OFML-Materialdefinition:

Parameter	Schlüssel	Argumente
<i>Material_Type</i>	type	(common glass glass_translucent metal_polished illuminant)
<i>Ambient_Color</i>	amb	R[F1] G[F1] B[F1]
<i>Diffuse_Color</i>	dif	R[F1] G[F1] B[F1]
<i>Specular_Color</i>	spe	R[F1] G[F1] B[F1]
<i>Specular_Factor</i>	reflection	S[F]
<i>Transparency</i>	tra	S[F1]
<i>Refraction</i>	ref	S[F]
<i>Shininess</i>	shi	S[F]
<i>Diffuse_Map</i>	tex	Typ ¹² Dateiname ¹³
<i>Normal_Map</i>	bumps	Typ Dateiname
<i>Emissive_Color</i>	emission	R[F1] G[F1] B[F1]
<i>Luminance</i>	luminance	S[F]
<i>Ebenen-Mapping</i> YZ-Ebene XZ-Ebene XY-Ebene Normalenvektor	prjx prjy prjz prj	- - - X[F1] Y[F1] Z[F1]
<i>Quader-Mapping</i>	auto	(xyx xzx xzz yyz)
<i>Transformationen</i> ¹⁴ Rotation Verschiebung Skalierung	rotate, nrotate offset, noffset scale, nscale	0 0 W[F] U[F] V[F] 0 U[F] V[F] 0
<i>Texturkoordinaten</i>	import	
<i>Sound_Absorption</i>	sndabsorb	N[I] {F[I] A[F]}* ¹⁵

12 Einer der unterstützten Dateitypen oder „any“. Im letzten Fall wird der Typ aus der Dateierweiterung bestimmt.

13 Entweder ein voll qualifizierter OFML-Name, der auf ein Bild in der OFML-Datenbasis verweist, oder ein vollständiger Pfadname entsprechend dem Standard des jeweiligen Betriebssystems.

14 Die Parameter, die mit dem Buchstaben 'n' beginnen, wirken sich nur auf die Normal-Map aus. Ist einer dieser Parameter nicht angegeben, greift der entsprechende Parameter ohne den Buchstaben 'n' am Anfang.

15 Hier wird zunächst die Anzahl der Wertepaare N angegeben, gefolgt von Wertepaaren bestehend aus der Frequenz und dem dazugehörigem Schallabsorptionsgrad. In Materialdateien dürfen die Wertepaare durch Zeilenumbrüche getrennt sein. Beispiel: sndabsorb
6 125 0.1 250 0.3 500 0.2 1000 0.1 2000 0.5 4000 0.4

Legende:

- R, G, B – Rot, Grün und Blau
- U, V, W – U-V-Koordinaten, Winkel
- N, F, A – Anzahl, Frequenz, Absorptionsgrad
- S – skalarer Wert

- F – Gleitkommazahl
- F1 – Gleitkommazahl im Bereich 0.0 bis 1.0
- I – Ganzzahl

- (wert1|wert2|...) – alternative Werteliste

Historie

Version 1.5 – 2015-02-27

- Neue, explizite Transformationsparameter *nrotate*, *noffset* und *nscale* für Normal-Maps.

Version 1.4, 1. überarbeitete Fassung – 2014-01-08

- Korrektur der Typdeklaration (F anstatt F1) bei einigen Materialparametern im Anhang 2.

Version 1.4 – 2013-07-17

- Neue Materialtypen *Glass_Translucent* und *Metal_Polished*
- Restrukturierung, Entfernung nicht (mehr) relevanter Abschnitte

Version 1.3 – 2011-12-06

- Materialtypen
- Selbstleuchtende Materialien
- Schallabsorption

Version 1.2 – 2011-12-14

- Phong-Level
- OFML-Datenformat für Materialien

Version 1.1 – 2007-11-07

- Textur-Transformationen und -Mappings

Version 1.0 – 2006-09-25

- initiale Version