DIN EN ISO/ASTM 52915

DIN

ICS 25.040.20; 35.240.99

Einsprüche bis 2016-10-26

Entwurf

Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/ASTM 52915:2016

Specification for Additive Manufacturing File Format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016); German and English version prEN ISO/ASTM 52915:2016

Spécification normalisée pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016); Version allemande et anglaise prEN ISO/ASTM 52915:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-08-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nwt@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 66 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO/ASTM 52915:2016) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 145-04-01 AA „Additive Fertigung“ im DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT) zuständig.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO/ASTM 52915 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die diesem Dokument zugrunde liegende ISO-Norm wurde auf der Grundlage einer Partnerschaftsvereinbarung zwischen ISO und ASTM International erarbeitet, die für den Bereich der Additiven Fertigung eine gemeinsame Normenentwicklung beider Organisationen zum Ziel hat sowie die Übernahme jeweiliger Normen durch die jeweils andere Organisation ermöglicht. Auf Grund dieser partnerschaftlichen Zusammenarbeit entsprechen die resultierenden Dokumente in ihrer Gestaltung in mancher Hinsicht nicht den ISO/IEC-Direktiven Teil 2. Die Gestaltung des vorliegenden Dokuments weicht daher von den Vorgaben von DIN 820-2 ab.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

IEC 61966-2-1 siehe DIN EN 61966-2-1

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 61966-2-1, *Multimediasysteme und -geräte — Farbmessung und Farbmanagement — Teil 2-1: Farbmanagement — Vorgabe-RGB-Farbraum — sRGB*

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

– Entwurf –

CEN/TC 438

Datum: 2016-09

prEN ISO/ASTM 52915:2016

CEN/TC 438

Sekretariat: AFNOR

Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016)

Spécification normalisée pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016)

Specification for Additive Manufacturing File Format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2016)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 3
Vorwort ... 4
Einleitung ... 5
1 Anwendungsbereich ... 6
2 Begriffe ... 6
3 Hauptüberlegungen ... 8
3.1 Allgemeines ... 8
3.2 Richtlinien für die Aufnahme neuer Elemente in der Zukunft ... 8
4 Struktur dieser Spezifikation ... 9
5 Allgemeiner Aufbau ... 9
6 Geometrische Spezifikation ... 10
6.1 Allgemeines ... 10
6.2 Glatte Geometrie ... 11
6.3 Einschränkungen der Geometrie ... 12
7 Werkstoffspezifikation ... 13
7.1 Allgemeines ... 13
7.2 Gemischte und gradierte Werkstoffe und Unterstrukturen ... 15
7.3 Poröse Werkstoffe ... 16
7.4 Stochastische Werkstoffe ... 16
8 Farbspezifikation ... 16
8.1 Allgemeines ... 16
8.2 Farbabstufungen und Texturmapping ... 17
8.3 Transparenz ... 18
9 Texturspezifikation ... 18
10 Konstellationen ... 18
11 Metadaten ... 19
12 Komprimierung und Verteilung ... 20
13 Mindestumsetzung ... 20
Anhang A (informativ) Umsetzungsleitfaden AMF-XML-Schema ... 21
Anhang B (informativ) Leistungsdaten und zukünftige Funktionen ... 31
Literaturhinweise ... 34

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO/ASTM 52915:2016 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO/ASTM 52915:2016 durch das Technische Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ übernommen, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM 52915:2016 wurde vom CEN als prEN ISO/ASTM 52915:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 261, *Additive manufacturing*, in Kooperation mit ASTM F 42.91, *Terminology*, auf Basis eines Partnerschaftsvertrags zwischen ISO und ASTM International, mit dem Ziel, einen gemeinsamen Satz von ISO/ASTM-Normen zur Additiven Fertigung zu schaffen.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO/ASTM 52915:2013), die technisch überarbeitet wurde. Diese Revision enthält Änderungen der normativen Sprache und Einzelheiten einer Umsetzung der Mindestanforderungen sowie Korrekturen und Klarstellungen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

Einleitung

Diese Internationale Norm beschreibt ein Austauschformat, um die aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse der additiven Fertigungstechnologie zu befriedigen. In den letzten drei Jahrzehnten war das STL-Dateiformat (Stereolitographie) der Branchenstandard zum Übertragen von Informationen zwischen Konstruktionsprogrammen und additiven Fertigungseinrichtungen. Eine STL-Datei definiert ausschließlich ein Flächennetz und kann keine Farben, Texturen, Werkstoffe, Unterkonstruktionen und andere Eigenschaften eines gefertigten Objekts festlegen. Da sich die additiven Fertigungsverfahren rasch von einer Fertigung vornehmlich homogener Objekte aus einem einzelnen Werkstoff zur Fertigung von vollfarbigen Geometrien mit funktionell definierten Werkstoffabstufungen und Mikrostrukturen entwickeln, besteht wachsender Bedarf an einem Standard-Dateiformat für den Informationsaustausch, welches diese Funktionen unterstützen kann.

Das Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) (en: Additive Manufacturing File Format) bietet viele Vorteile. Es beschreibt ein Objekt in einer so allgemeinen Art und Weise, dass jede Maschine dieses nach besten Kräften fertigen kann und ist somit technologieunabhängig. Es ist leicht umzusetzen und zu verstehen, skalierbar und bietet eine gute Leistungsfähigkeit. Auch die Abwärtskompatibilität des Formats, welche die Konvertierung bestehender STL-Dateien ermöglicht, sowie die zukunftsoffene Auslegung, die das Hinzufügen neuer Funktionen mit dem Fortschritt der Technologie ermöglicht, sind von entscheidender Wichtigkeit.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm enthält die Spezifikation für das Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) (en: Additive Manufacturing File Format), ein Austauschformat, um die aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse der additiven Fertigungstechnologie zu befriedigen.

Das AMF darf vorbereitet, gezeigt und übertragen werden, sofern die Anforderungen dieser Spezifikation erfüllt werden. Bei der Vorbereitung, mittels eines strukturierten elektronischen Formates, muss sich streng an ein XML-Schema (Extensible Markup Language) [1] gehalten werden, um eine normengerechte Kompatibilität sicherzustellen.

Eine W3C-XML-Definition für das Schema (XSD) des AMF ist von der ISO über http://standards.iso.org/iso/52915 und ASTM über www.astm.org/MEETINGS/images/amf.xsd zu beziehen. Ein Umsetzungsleitfaden für ein solches XML-Schema ist im Anhang A enthalten.

Es wird anerkannt, dass zusätzliche Informationen bestehen, welche für den endgültigen Teil relevant sind und nicht von der aktuellen Ausgabe dieser Internationalen Norm abgedeckt werden. Vorgeschlagene zukünftige Funktionen und Eigenschaften sind im Anhang B aufgeführt.

Diese Internationale Norm legt keine spezifischen Mechanismen für die Sicherstellung der Datenintegrität, elektronische Signaturen sowie Verschlüsselungen fest.

2 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe:

2.1
AMF-Verarbeiter
(en: AMF consumer)
Software, welche das Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) (en: Additive Manufacturing File Format) zur Fertigung, Visualisierung oder Analyse einliest (en: parsing)

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Dateien werden üblicherweise durch additive Fertigungseinrichtungen sowie Betrachtungs-, Analyse- und Verifikationssoftware importiert

2.2
AMF-Editor
(en: AMF editor)
Software, welche das Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) (en: Additive Manufacturing File Format) für die Umwandlung einliest und umschreibt

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Editoranwendungen werden verwendet, um die Form einer AMF-Datei zu verändern, zum Beispiel alle bogenförmigen Dreiecke in flache Dreiecke zu verwandeln oder eine poröse Werkstoffspezifikation in eine explizite Gitteroberfläche umzugestalten.

2.3
AMF-Produzent
(en: AMF producer)
Software, welche das Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) (en: Additive Manufacturing File Format) aus geometrischen Originaldaten schreibt (en: generating)

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Dateien werden üblicherweise aus CAD-Software (en: Computer Aided Design), Scansoftware oder direkt aus geometrischen Algorithmen exportiert.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

2.4
Attribut
(en: attribute)
Eigenschaft von Daten, die eine oder mehrere Aspekte oder Deskriptoren der Daten in einem Element darstellt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im XML-Framework sind Attribute Eigenschaften von Elementen.

2.5
Kommentare
(en: comments)
alle Textelemente im Zusammenhang mit Daten innerhalb eines Dateiformats für Additive Fertigung (AMF) (en: Additive Manufacturing File Format), die von der importierenden Software zu ignorieren sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Kommentare dienen der Verbesserung der Lesbarkeit der Datei durch andere Menschen und zum Zwecke der Fehlersuche.

2.6
Element
(en: element)
Informationseinheit innerhalb eines XML-Dokuments, bestehend aus einem Start-tag, End-tag, dem Inhalt zwischen den tags und jeglichen Attributen

Anmerkung 1 zum Begriff: Im XML-Framework kann ein Element Daten, Attribute und andere Elemente umfassen.

2.7
erweiterbare Auszeichnungssprache
XML
(en: extensible markup language)
Norm des World Wide Web-Konsortiums (W3C), die Kennzeichnung von Informationsinhalten innerhalb von Dokumenten vorsieht und ein Mittel zur Darstellung des Inhalts in einem Format bietet, das visuell- und computerlesbar ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Durch die Verwendung von anpassbaren Formatvorlagen und -Schemata können Informationen auf einheitliche Weise, die den Austausch von Inhalt (Daten) und Format (Metadaten) ermöglichen, dargestellt werden.

[QUELLE: ISO/ASTM 52900:2015, 2.4.7]

2.8
STL
Stereolitographie
(en: stereolithography)
Dateiformat für Modelldaten, das die Oberflächengeometrie eines Gegenstands als Mosaik aus Dreiecken beschreibt, das zur Kommunikation von 3D-Geometrien an Maschinen verwendet wird, um physikalische Bauteileteile zu bauen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das STL-Dateiformat wurde ursprünglich entwickelt, als Teil des CAD-Pakets, für den ersten Stereo-Lithographie-Apparat und bezieht sich daher auf diesen Prozess. Manchmal wird es auch als “Standard-Triangulationssprache” (en: Standard Triangulation Language) oder “Standard Tesselationssprache” (en: Standard Tessalation Language) beschrieben, obwohl es nie durch eine Normungsorganisation als offizielle Norm anerkannt wurde.

[QUELLE: ISO/ASTM 52900:2015, 2.4.16]

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

3 Hauptüberlegungen

3.1 Allgemeines

3.1.1 Es besteht naturgemäß ein Zielkonflikt zwischen der Allgemeingültigkeit eines Dateiformats und dessen Nützlichkeit für einen bestimmten, spezifischen Zweck. Daher dürfen Funktionen, die darauf abzielen, die Bedürfnisse einer bestimmten Gruppe von Interessensträgern zu erfüllen, die Nützlichkeit des Dateiformats für andere Nutzen einschränken. Um erfolgreich als Dateiformat in der additiven Fertigung etabliert werden zu können, ist das in dieser Internationale Norm beschriebene Format, AMF, darauf ausgelegt worden, die in 3.1.2 bis 3.1.7 aufgeführten Bedenken auszuräumen.

3.1.2 Unabhängigkeit der Technologie. Das AMF beschreibt ein Objekt in einer so allgemeinen Art und Weise, dass jede Maschine dieses nach besten Kräften fertigen kann. Es ist dabei unabhängig von Auflösung und Schichtendicke und enthält keine Informationen, die spezifisch für ein bestimmtes Fertigungsverfahren sind. Dies schließt die Aufnahme von Funktionen, welche Fertigkeiten beschreiben, die nur manche fortgeschrittene Maschinen unterstützen (z. B. Farben, mehrere Werkstoffe), nicht aus, sondern diese sind so definiert, dass eine Exklusivität vermieden wird.

3.1.3 Einfachheit. Das AMF ist einfach umzusetzen und zu verstehen. Das Format kann in einem einfachen Texteditor gelesen und von Fehlern befreit werden (en: debugging), um das Verständnis des Formats zu vereinfachen und die Einführung anzutreiben. Identische Informationen werden nicht an mehreren Orten aufgeführt.

3.1.4 Skalierbarkeit. Die Dateigrößen und Verarbeitungszeiten skalieren gut im Hinblick auf eine Erhöhung der Bauteilkomplexität und mit Verbesserung der Auflösung und Genauigkeit der Fertigungseinrichtungen. Dies umfasst auch die Fähigkeit, große Aufstellungen identischer Objekte, komplexe und periodische Inneneigenschaften (z. B. Netze und Gitter) und glatte, gebogene Oberflächen bei Fertigung mit hoher Auflösung umzusetzen.

3.1.5 Leistungsfähigkeit. Das AMF ermöglicht angemessen schnelle Umsetzungen der Schreib- und Leseoperationen und angemessene Dateigrößen für ein Objekt von typischer Größe. Detaillierte Daten zur Leistungsfähigkeit bzw. Verarbeitungsgeschwindigkeit sind im Anhang B enthalten.

3.1.6 Abwärtskompatibilität. Jede bestehende STL-Datei kann direkt in eine gültige AMF-Datei, ohne Informationsverlust und ohne zusätzliche Informationen zu benötigen, konvertiert werden. AMF-Dateien können zum Einsatz mit Altsystemen (en: legacy systems) auch leicht wieder in das STL-Format zurückkonvertiert werden, obgleich erweiterte Funktionen dabei verloren gehen. Das Format erhält die Geometriendarstellung über ein Dreiecksnetz, um die bestehenden und optimierten Slicing-Algorithmen sowie die Codeinfrastruktur weiter zu nutzen.

3.1.7 Zukunftsoffenheit. Um auch in einer sich rapide verändernden Branche weiterhin nützlich zu bleiben, kann dieses Dateiformat leicht ausgeweitet werden, während es weiterhin kompatibel mit früheren Versionen und Technologien bleibt. Dies erlaubt das Hinzufügen neuer Funktionen mit dem Fortschreiten der Technologie, während einfache, homogene Geometrien selbst mit der ältesten Hardware noch problemlos funktionieren.

3.2 Richtlinien für die Aufnahme neuer Elemente in der Zukunft

3.2.1 Jedes neue vorgeschlagene Element muss auf allen Hardwareplattformen und Technologien anwendbar sein, die denkbar zur Herstellung des erwünschten Ergebnisses eingesetzt werden könnten.

3.2.2 Der obigen Erwägung folgend, müssen neue für diese Internationale Norm vorgeschlagene Elemente das endgültige Objekt beschreiben, nicht wie dies gebaut werden soll. Beispielsweise könnte ein hypothetisches zukünftiges Element `<hollow>` dem additiven Fertigungssystem mitteilen, ein Volumen nach Möglichkeit hohl zu belassen. Ein Element `<objectLayerFillPath>` jedoch, welches beschreibt, wie ein hohles Volumen aufzubauen ist, darf nicht aufgenommen werden, da dies einen bestimmten Fertigungsprozess voraussetzt.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

4 Struktur dieser Spezifikation

4.1 Format. Die in dieser Spezifikation festgelegten Informationen werden im XML-1.0-Format geführt. XML ist ein Textdateiformat bestehend aus einer Liste von Elementen und Attributen. Dieses weit anerkannte Datenformat ermöglicht den Einsatz vieler verschiedener Hilfsprogramme zur Erstellung, Betrachtung, Bearbeitung, dem Parsen und dem Speichern von AMF-Dateien. XML ist unmittelbar visuell lesbar, was die Fehlersuche in der Datei möglich macht. XML-Dateien können in einem nach der Verarbeitung folgenden Schritt mittels stark optimierter und standardisierter Routinen komprimiert oder verschlüsselt werden (oder auch beides), wenn dies erwünscht ist.

4.2 Flexibilität. Ein weiterer signifikanter Vorteil von XML ist dessen inhärente Flexibilität. Fehlende oder zusätzliche Parameter stellen für den Parser kein Problem dar, solange das Dokument sich an den XML-Standard hält. Praktischerweise erlaubt der Einsatz von XML-Namensräumen das Hinzufügen neuer Funktionen, ohne dabei alte Versionen des Parsers unbenutzbar zu machen, wie im Falle von Altsoftware.

4.3 Genauigkeit. Dieses Dateiformat steht der Genauigkeit der Darstellung von numerischen Werten agnostisch gegenüber. Es liegt in der Verantwortung des erstellenden Programms, so viele oder so wenige Ziffern wie nötig zu schreiben, um eine ordentliche Darstellung des Zielobjekts zu erreichen. Ein AMF-Verarbeiter sollte jedoch reelle Zahlen mit doppelter Genauigkeit (64 Bit) lesen und verarbeiten.

4.4 Zukünftige Änderungen und Ergänzungen. Obgleich zusätzliche XML-Elemente vorläufig jeder AMF-Datei für interne Zwecke hinzugefügt werden können, gelten solche Ergänzungen nicht als Teil dieser Spezifikation. Ein inoffizielles AMF-Element darf von jedem AMF-Verarbeiter ignoriert werden und darf nicht durch eine Editoranwendung gespeichert oder vervielfältigt werden. Ein Element wird nur dann offiziell, wenn es formell in dieser Spezifikation anerkannt wurde.

5 Allgemeiner Aufbau

5.1 Die AMF-Datei muss mit einer Zeile für die XML-Deklaration beginnen, welche die XML-Version und die Kodierung festlegen:

<?xml version=“1.0” encoding=“UTF-8”?>

Die XML-Version muss 1.0 sein. Nur UTF-8 und UTF-16 sollten festgelegt werden. Kodierungen, welche nicht erkannt werden, sollten die Datei vom Laden abhalten.

5.2 Leerzeichen (en: whitespace) und gewöhnliche XML-Kommentare dürfen in der Datei verstreut sein und sind von jedem Interpreter zu ignorieren, beispielsweise:

<!-- ignore this comment -->

5.3 Der Rest der Datei muss vom Start-tag `</amf>` und End-tag `</amf>` eingeschlossen sein. Dieses Element bezeichnet den Dateityp und erfüllt die Anforderung, dass alle XML-Dateien über ein gemeinsames Wurzelelement verfügen müssen. Ein Versionsattribut, welches die Version des AMF-Standards kennzeichnet, mit welchem die Datei kompatibel ist, sollte eingesetzt werden. Standardattribute für Namensräume dürfen auch verwendet werden, beispielsweise das Attribut „lang“ zur Identifizierung der verwendeten menschlichen Sprache. Das Einheitensystem darf auch festgelegt werden (Millimeter, Zoll, Fuß, Meter oder Mikron) (en: „inch“, „millimetre“, „metre“, „foot“ „micron“). Falls kein Einheitensystem vorhanden ist, wird der Attributwert „Millimeter“ angenommen, beispielsweise:

<amf unit=“millimeter” version=“1.0” xml:lang=“en”

xmins:amf=“www.astm.org/Standards/F2915–14”>

5.4 Zwischen den `<amf/>` Start- und End-tags befinden sich fünf übergeordnete Elemente, die in 5.4.1 bis 5.4.5 beschrieben werden.

AVA Documents Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

5.4.1 <object> Das Objektelement definiert ein Volumen oder mehrere Volumen eines Werkstoffs, wobei jedes dieser Volumen auch auf eine Werkstoffkennung (ID) für die AM-Verarbeitung verweisen kann. Das Objektelement muss auch eine Objekt-ID (en: object ID) bestimmen, welche eindeutig sein muss. Mindestens ein Objektelement muss in der Datei vorliegen. Zusätzliche Objekte sind optional.

5.4.2 <material> Das optionale Werkstoffelement definiert einen Werkstoff für die Fertigung, wobei jedes dieser Elemente eine zugehörige Werkstoffkennung (en: material ID) bestimmt. Die bestimmte Werkstoffkennung muss eindeutig sein und darf nicht 0 sein. Wenn kein Werkstoffelement angegeben ist, wird ein einzelner Standardwerkstoff angenommen.

5.4.3 <texture> Das optionale Texturelement definiert ein Bild oder eine Textur für die Farb- oder Texturzuweisung, wobei jedes Element eine zugehörige Textur-ID (en: texture ID) bestimmt. Die bestimmte Textur-ID muss eindeutig sein.

5.4.4 <constellation> Das optionale Konstellationselement kombiniert auf hierarchische Art und Weise Objekte und andere Konstellationen zu einem relativen Muster für die Fertigung. Das Konstellationselement darf auch eine Objekt-ID bestimmen, welche eindeutig sein muss. Wenn keine Konstellationselemente festgelegt sind, muss jedes Objektelement ohne relative Positionsdaten importiert werden. Die Verarbeitungssoftware darf die relative Positionierung der Objekte bestimmen, wenn mehr als ein Objekt in der Datei festgelegt ist.

5.4.5 <metadata> Das optionale Metadatenelement legt zusätzliche Informationen zum Objekt fest, bzw. den Objekten und Elementen in der Datei.

5.5 Für eine voll funktionstüchtige AMF-Datei ist nur ein einziges Objektelement erforderlich.

6 Geometrische Spezifikation

6.1 Allgemeines

6.1.1 Das übergeordnete Element <object> bestimmt eine eindeutige ID und muss ein untergeordnetes Element <mesh> umfassen. Das Element <mesh> muss wiederum zwei untergeordnete Elemente: <vertices> und <volume> umfassen. Das Element <object> darf optional auf einen Werkstoff verweisen.

6.1.2 Das erforderliche Element <vertices> muss alle Eckpunkte umfassen, die in dem Objekt verwendet werden. Jeder Eckpunkt wird implizit einer eindeutigen Ganzzahl in der Reihenfolge der Bestimmung zugewiesen, beginnend bei Null und mit fortwährender Nummerierung. Das erforderliche untergeordnete Element <coordinates> enthält die Position des Eckpunkts in einem dreidimensionalen Raum (3D) mittels der untergeordneten Elemente <x>, <y> und <z>.

6.1.3 Nach der Information zum Eckpunkt muss mindestens ein Element <volume> folgen. Jedes Volumen umschließt ein geschlossenes Volumen eines Objekts. Mehrere Volumen dürfen einem einzelnen Objekt zugehörig sein. Volumen dürfen Eckpunkte an Schnittstellen teilen, dürfen aber keine überlappenden Volumen aufweisen.

6.1.4 Innerhalb jedes Volumens müssen mehrere untergeordnete Elemente <triangle> verwendet werden, um die Dreiecke zu definieren, welche die Oberfläche des Volumens tesselieren. Jedes Element <triangle> muss auf drei Eckpunkte aus den Indizes der zuvor definierten Eckpunkte verweisen. Die Indizes der drei Eckpunkte der Dreiecke müssen mittels der untergeordneten Elemente <v1>, <v2> und <v3> festgelegt werden. Die Eckpunkte müssen in Übereinstimmung mit der Rechten-Hand-Regel geordnet werden, sodass die Eckpunkte entgegen dem Uhrzeigersinn bei Betrachtung von außerhalb des Volumens angeordnet werden. Jedes Dreieck wird implizit einer eindeutigen Ganzzahl in der Reihenfolge der Bestimmung zugewiesen, beginnend bei Null und mit fortwährender Nummerierung (siehe Bild 1).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

6.1.5 Die Geometrie darf nicht zur Beschreibung von Stützstrukturen verwendet werden. Nur die endgültige Zielstruktur muss beschrieben werden.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">
  <object id="0">
    <mesh>
      <vertices>
        <vertex>
          <coordinates>
            <x>0</x>
            <y>1.32</y>
            <z>3.715</z>
          </coordinates>
        </vertex>
        <vertex>
          <coordinates>
            <x>0</x>
            <y>1.269</y>
            <z>2.45354</z>
          </coordinates>
        </vertex>
        ...
      </vertices>

      <volume>
        <triangle>
          <v1>0</v1>
          <v2>1</v2>
          <v3>3</v3>
        </triangle>
        <triangle>
          <v1>1</v1>
          <v2>0</v2>
          <v3>4</v3>
        </triangle>
        ...
      </volume>
    </mesh>
  </object>
</amf>
```

ANMERKUNG Das Bild zeigt eine grundlegende AMF-Datei, die lediglich eine Liste von Eckpunkten und Dreiecken enthält. Dieser Aufbau ist mit dem STL-Standard kompatibel und kann mit minimaler Umsetzung durch einen AMF-Verarbeiter gelesen werden.

Bild 1 — Grundlegende AMF-Datei

6.2 Glatte Geometrie

6.2.1 Standardmäßig muss für alle Dreiecke angenommen werden, dass diese flach sind und für alle Kanten von Dreiecken muss angenommen werden, dass diese gerade Linien sind, welche ihre zwei Eckpunkte miteinander verbinden. Jedoch dürfen bogenförmige Dreiecke und geschwungene Kanten optional festgelegt werden, um die Anzahl der notwendigen Netzelemente zur Beschreibung einer gebogenen Oberfläche zu reduzieren. Die Mindestvariante eines AMF-Verarbeiters (siehe Abschnitt 13) darf die Krümmungsinformationen bezüglich solcher Dreiecke ignorieren.

6.2.2 Während des Importiervorganges muss eine bogenförmige Dreiecksstelle rekursiv in vier Dreiecke aufgeteilt werden, um einen finalen und temporären Satz von flachen Dreiecken zu erstellen. Die Tiefe der Rekursion muss exakt Fünf betragen (d. h. ein einzelnes bogenförmiges Dreieck wird in 1 024 flache Dreiecke umgewandelt).

6.2.3 Während der Fertigung muss die fertigende Software, welche die bogenförmigen Dreiecke erstellt, automatisch die Anzahl der bogenförmigen Dreiecke bestimmen, die zur Festlegung der Zielgeometrie hinsichtlich der erwünschten Toleranzen notwendig ist, unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die Verarbeitungssoftware fünf Stufen der Unterteilung für jedes bogenförmige Dreieck vornehmen wird.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

6.2.4 Zur Festlegung einer Krümmung darf ein Eckpunkt über das untergeordnete Element `<normal>` zur Festlegung der gewünschten Flächennormalen am Eckpunkt verfügen. Die Normale sollte der Einheitenlänge entsprechen und nach außen gerichtet sein. Wenn diese Normale festgelegt ist, müssen alle Dreieckskanten, die sich an diesem Eckpunkt treffen, gekrümmt sein, sodass diese senkrecht zu dieser Normalen und in der Ebene stehen, die von dieser Normalen und der optionalen geraden Kante definiert werden.

6.2.5 Wird auf einen Eckpunkt durch zwei Volumen verwiesen, wird die Normale für jedes Volumen als identisch betrachtet, obgleich dessen Ausrichtung konsistent mit dem betrachteten Volumen interpretiert werden sollte (sodass dieses nach außen weist). Eckpunkte, die über eine mehrdeutige Normale verfügen, weil mehrere Volumen diese gemeinsam haben, sollten keine Normale festlegen.

6.2.6 Ein bogenförmiges Dreieck darf nicht um mehr als 25 % außerhalb der Ebene liegen und darf keine Flexionen umfassen.

6.2.7 Wenn die Krümmung der Oberfläche des Volumens an einem Eckpunkt nicht definiert ist (zum Beispiel an einer Spitze, Ecke oder Kante), darf das Element `<edge>` verwendet werden, um die Krümmung einer einzelnen, nichtlinearen Kante festzulegen, welche zwei Eckpunkte miteinander verbindet. Die Krümmung wird über die Vektoren der Tangentenrichtung am Anfang und am Ende der Kante festgelegt. Das Element `<edge>` muss bei einem Konflikt mit der Krümmung durch ein Element `<normal>` den Vorrang haben.

6.2.8 Normalen sollten nicht für Eckpunkte festgelegt werden, auf welche nur durch planare Dreiecke verwiesen wird. Kantenelemente sollten nicht für lineare Kanten in flachen Dreiecken festgelegt werden.

6.2.9 Bei der Interpretation von Normalen und Tangenten muss eine Hermite-Interpolation zweiten Grades verwendet werden. Siehe Anhang A.3 für die Gleichungen zur Ausführung dieser Interpolation.

6.3 Einschränkungen der Geometrie

Alle Geometrien müssen den folgenden Einschränkungen entsprechen:

— Jedes Dreieck muss über exakt drei verschiedene nicht-kolineare Eckpunkte verfügen.

— Dreiecke dürfen sich nicht schneiden oder überlappen, außer an ihren gemeinsamen Kanten oder gemeinsamen Eckpunkten.

— Volumen müssen einen abgeschlossenen und zusammenhängenden Raum mit einem Volumen ungleich Null abschließen.

— Volumen dürfen sich nicht überlappen.

— Auf jeden Eckpunkt muss durch mindestens drei Dreiecke verwiesen werden.

— Auf jedes Eckpunktpaar muss durch genau Null oder zwei Dreiecke pro Volumen verwiesen werden.

— Zwei beliebige Eckpunkte dürfen nicht dieselben Koordinaten haben. Das Grenzabmaß zur Definition der Gleichförmigkeit beträgt 10^{-8} Einheiten.

— Die Außenrichtung von Dreiecken, welche eine Kante mit demselben Volumen teilen, muss einheitlich sein. Die Außenrichtung wird durch die Reihenfolge der Eckpunkte definiert.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

7 Werkstoffspezifikation

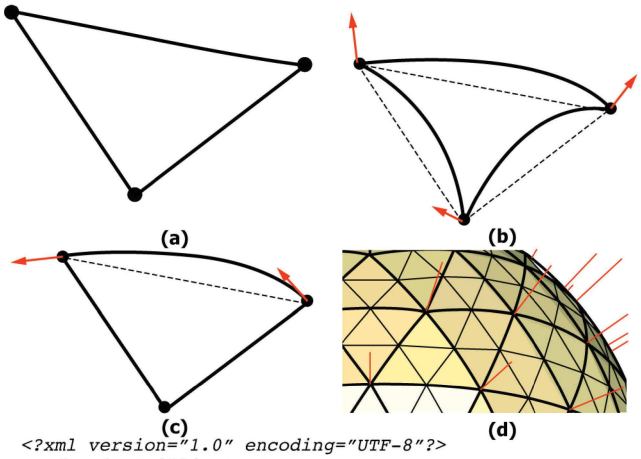
7.1 Allgemeines

7.1.1 Werkstoffe werden durch das optionale Element <material> eingeführt. Eine beliebige Anzahl an Werkstoffen darf mittels eines Elements <material> für jeden Werkstoff definiert werden. Jedem Werkstoff wird eine eindeutige Kennung (en: ID) zugewiesen. Geometrische Volumen dürfen den Attributswert einer Werkstoffkennung im Element <volume> festlegen, welches auf einen Werkstoff verweist. Die Werkstoffkennung „0“ ist reserviert für den Fall, dass kein Werkstoff ausgewählt wird (en: void), siehe Bild 2.

7.1.2 Die Werkstoffeigenschaften befinden sich in jedem Element <material>. Das untergeordnete Element <colour> dient der Festlegung des farblichen Erscheinungsbildes Rot/Grün/Blau/Alpha (RGBA) des Werkstoffs (siehe Abschnitt 8 zur Farbgebung). Weitere Werkstoffeigenschaften dürfen mit dem Element <metadata> festgelegt werden, so beispielsweise der Werkstoffname für betriebliche Zwecke oder elastische Eigenschaften für Einrichtungen, die derartige Eigenschaften kontrollieren können, siehe Bild 3. Siehe Anhang A.1 für eine Beschreibung der AMF-Elemente.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09




```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">
  <object id="0">
    <mesh>
      <vertices>
        <vertex>
          <coordinates >
            ...
          </coordinates >
          <normal>
            <nx>0</nx>
            <ny>0.707</ny>
            <nz>0.707</nz>
          </normal>
        </vertex>
        ...
        <edge>
          <v1>0</v1>
          <dx1>0.577</dx1>
          <dy1>0.577</dy1>
          <dz1>0.577</dz1>
          <v2>1</v2>
          <dx2>0.707</dx2>
          <dy2>0</dy2>
          <dz2>0.707</dz2>
        </edge>
        ...
      </vertices>

      <volume materialid="0">
        <triangle>
          ...
        </triangle>
        ...
      </volume>
    </mesh>
  </object>
</amf>
```

(e)

Legende

(a) standardmäßiger (flacher) Dreiecksbereich
(b) bogenförmiges Dreieck mittels Eckpunktnormalen
(c) bogenförmiges Dreieck mittels Kantentangenten
(d) Aufteilung eines bogenförmigen Dreiecksbereichs in vier bogenförmige Unterbereiche
(e) AMF-Datei mit gekrümmter Geometrie

Bild 2 — Arten von in einem Netz verwendeten Dreiecken

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">
  <material id="1">
    <metadata type="Name">StiffMaterial</metadata>
  </material>
  <material id="2">
    <metadata type="Name">FlexibleMaterial</metadata>
  </material>
  <material id="3">
    <metadata type="Name">MediumMaterial</metadata>
    <composite materialid="1">0.4</composite>
    <composite materialid="2">0.6</composite>
  </material>
  <material id="4">
    <metadata type="Name">VerticallyGraded</metadata>
    <composite materialid="1">z</composite>
    <composite materialid="2">10-z</composite>
  </material>
  <material id="5">
    <metadata type="Name">Checkerboard</metadata>
    <composite materialid="1">
          floor(mod(x+y+z,1))+0.5) </composite>
    <composite materialid="2">
          1-floor(mod(x+y+z,1))+0.5) </composite>
  </material>

  <object id="0">
    <mesh>
      <vertices>
        ...
      </vertices>
      <volume materialid="1">
        ...
      </volume>
      <volume materialid="2">
        ...
      </volume>
    </mesh>
  </object>
</amf>
```

ANMERKUNG Das Bild zeigt eine AMF-Datei, die über fünf Werkstoffe verfügt. Werkstoff 3 ist eine 40/60 % homogene Mischung aus den ersten zwei Werkstoffen. Werkstoff 4 ist ein Werkstoff mit vertikaler Gradierung und Werkstoff 5 hat eine Unterstruktur mit periodischem Schachbrettmuster.

Bild 3 — Homogene Werkstoffe und Verbundwerkstoffe

7.2 Gemischte und gradierte Werkstoffe und Unterstrukturen

7.2.1 Neue Werkstoff können als Zusammensetzungen anderer Werkstoff definiert werden. Das Element `<composite>` wird zur Festlegung der Proportionen einer Zusammensetzung als Konstante oder Gleichung in Abhängigkeit der *x*-, *y*- und *z*-Koordinaten verwendet. Ein konstantes Mischungsverhältnis führt zu einem homogenen Werkstoff. Eine koordinatenabhängige Zusammenstellung kann zu einem gradierten Werkstoff führen. Komplexere und koordinatenabhängige Mischungen können zu nicht-linearen Werkstoffgradienten sowie periodischen und nicht-periodischen Unterstrukturen führen. Die Mischungsgleichung kann sich auch mittels der Funktion (`textureid,x,y,z`) auf ein Texturmapping beziehen (siehe Anhang A.1).

7.2.2 Eine beliebige Anzahl an Werkstoffen darf innerhalb einer Zusammensetzung verwendet werden.

7.2.3 Alle negativen Werte für die Werkstoffmischung sind als Anteil von Null zu betrachten. Werkstoffmischungen sind auf eine Summe von 1,0 anzugleichen, um die tatsächlichen Verhältnisse zu bestimmen.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

7.3 Poröse Werkstoffe

7.3.1 Es darf auf `materialid` „0“ (en: void) verwiesen werden, um poröse Strukturen festzulegen. Der Anteil von „void“ muss entweder 0 oder 1 betragen. Jeder Bruchteil ist als 1 zu interpretieren (d. h. jeder Bruchteil von „void“ ist als 0 oder als „fully void“ zu behandeln).

7.3.2 Obgleich das Element `<composite>` theoretisch zur Beschreibung der vollständigen Geometrie eines Objekts als einzelne Funktion oder Textur mit Verweisung auf „void“ verwendet werden könnte, dürfen Produzenten dies nicht tun (siehe Anhang B.2.5 und Anhang B.2.6). Der beabsichtigte Verwendungszweck des Elements `<composite>` in Bezug „void“ ist die Beschreibung von zellulären Mesostrukturen.

7.4 Stochastische Werkstoffe

Es darf auf die Funktion `rand(x,y,z)` verwiesen werden, um pseudozufällige Werkstoffe festzulegen. Beispielsweise könnte ein Verbundwerkstoff zwei Basiswerkstoffe mit zufälligen Anteilen kombinieren, wobei die exakte Mischung von den Koordinaten auf verschiedene Art und Weise abhängen könnte. Die Funktion `rand(x,y,z)` liefert einen zufälligen, skalaren Fließkommawert im Bereich [0,1], der über Funktionsaufrufe hinweg besteht (siehe Anhang A.4).

8 Farbspezifikation

8.1 Allgemeines

8.1.1 Farben dürfen mit dem Element `<colour>` durch Festlegung der RGBA-Werte (Transparenz) im festgelegten Farbbereich eingeführt werden. Standardmäßig muss der Farbbereich sRGB [2] sein, alternative Profile dürfen aber mittels des Metadaten-tags im Wurzelelement `<amf>` festgelegt werden (siehe Anhang A.1). Das Element `<colour>` darf ein `untergeordnetes Element` des Elements `<material>` sein, um einen Werkstoff mit einer Farbe zu verbinden, des Elements `<object>`, um ein ganzes Objekt mit einer Farbe zu verbinden, des Elements `<volume>`, um ein ganzes Volumen einzufärben, des Elements `<triangle>`, um ein Dreieck einzufärben oder des Elements `<vertex>` sein, um einen einem bestimmten Eckpunkt mit einer Farbe zu verbinden (siehe Bild 4).

8.1.2 Falls keine Farbe festgelegt wird, ist die Standardfarbe weiß.

8.1.3 Die Objektfarbe überschreibt die Festlegung der Werkstofffarbe; eine Volumenfarbe überschreibt die Objekt- und Werkstofffarben; Eckpunktfarben überschreiben Volumen-, Objekt- und Werkstofffarben und Färbungen von Dreiecken überschreiben Eckpunkt-, Objekt- und Werkstofffarben.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">

  <material id="1">
    <metadata type="Name">StiffMaterial</metadata>
      <color>
        <r>0</r>
        <g>z</g>
        <b>1-z</b>
      </color>
  </material>

  <texture id="1" width="10" height="26" type="grayscale">
    TWFuIGlzIGRpc3RpbmdlaXNoZWQsIG5vdCB
    vbmx5IGJ5IGhpcyByZWFzb24sIGJldCBieS
    B0aGlzIHNpbmdlbGFyIHBhc3Npb24gZnJvb
    SBvdGhlcIBhbmltYWxzLCB3aGljaCBpcyBh
    ...
  </texture>

  <object id="0">
    <mesh>
      <vertices>
        ...
      </vertices>
      <volume materialid="1">
        <color>
          <r>0.9</r>
          <g>0.9</g>
          <b>0.2</b>
          <a>0.8</a>
        </color>
        ...
        <triangle>
          <v1>0</v1>
          <v2>1</v2>
          <v3>3</v3>
          <texmap rtexid="1" gtexid="2" btexid="3">
            <utex1>0.1</utex1>
            <utex2>0.21</utex2>
            <utex3>0.15</utex3>
            <vtex1>0.65</vtex1>
            <vtex2>0.72</vtex2>
            <vtex3>0.91<lvtex3>
          </texmap>
        </triangle>
      </volume>
    </mesh>
  </object>
</amf>
```

ANMERKUNG Eine einheitliche Farbe darf mit einem Werkstoff, einem Volumen oder einem Eckpunkt verbunden werden. Ein Eckpunkt darf auch mit einer Koordinate in einer Farbtexturdatei verbunden werden.

Bild 4 — Farbfestlegung

8.2 Farbabstufungen und Texturmapping

8.2.1 Eine Farbe darf auch durch Bezug auf eine Gleichung, die eine Vielzahl an Funktionen einsetzen kann, einschließlich einer Texturmappingfunktion, festgelegt werden.

8.2.2 Bei Bezug auf eine Gleichung darf das Element `<colour>` eine Farbe festlegen, die von den Koordinaten abhängt, wie beispielsweise eine Farbabstufung. Ein beliebiger mathematischer Ausdruck, welcher die in Anhang A.2 beschriebenen Funktionen kombiniert, darf verwendet werden. Beispielsweise würde die Verwendung der rand-Funktion ein pseudo-zufälliges Farbmuster ermöglichen. Die tex-Funktion würde die Farbe vom Texturmapping bzw. -bild abhängig machen. Zur Festlegung einer vollfarbigen Grafik wären üblicherweise drei Texturen notwendig, eine für jeden Farbkanal. Zur Erstellung einer monochromen Grafik ist eine Textur für gewöhnlich ausreichend.

8.2.3 Wenn die Eckpunkte eines einzelnen Dreiecks über verschiedene Farben verfügen, muss die Innenfarbe des Dreiecks linear aus diesen Farben interpoliert werden, außer die Farbe des Dreiecks wurde explizit festgelegt (da die Dreiecksfarbe Vorrang gegenüber der Eckpunktsfarbe hat). Wenn alle drei Eckpunkte eines Dreiecks ein Mapping zur selben Textur-ID (en: texture ID) für einen beliebigen Kanal aufweisen(*r*, *g*, *b* oder *a*), dann muss die Farbe dieses Kanals aus dem Texturmapping extrahiert werden und die Dreiecksfarbe überschreiben.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09

8.3 Transparenz

Der Transparenzkanal <a> bestimmt das Alpha Compositing zur Kombination der festgelegten Vordergrundfarbe mit einer Hintergrundfarbe, um ein Erscheinungsbild von partieller Transparenz zu schaffen. Ein Wert von 0 legt eine Transparenz von Null fest, d. h. es wird nur die Vordergrundfarbe verwendet. Ein Wert von 1 legt eine vollständige Transparenz fest, d. h. es wird nur die Hintergrundfarbe verwendet. Zwischenwerte müssen linear zwischen den Hintergrund- und Vordergrundfarben interpoliert werden. Negative Werte werden auf 0 gerundet und Werte über 1 werden auf 1 gekürzt. Die Hintergrundfarbe eines Dreiecks muss die Eckpunktfarbe, dann die Volumenfarbe, dann die Objektfarbe und schließlich die Werkstofffarbe mit absteigender Priorität sein. Die Hintergrundfarbe eines Eckpunkts muss die Volumenfarbe, dann die Objektfarbe und schließlich die Werkstofffarbe mit absteigender Priorität sein. Die Hintergrundfarbe eines Volumens muss die Objektfarbe und dann die Werkstofffarbe mit absteigender Priorität sein. Die Hintergrundfarbe eines Objekts muss die Werkstofffarbe sein.

9 Texturspezifikation

9.1 Das Element <texture> wird verwendet, um eine Textur-ID (en: textureid) mit bestimmten Texturdaten zu verbinden. Die Größe des Texturmappings muss festgelegt werden und sowohl zweidimensionale (2D) als auch dreidimensionale (3D) Texturen werden unterstützt. Die Daten sind als eine Reihe von Grauwerten im Bereich [0,255] darzustellen. Jeder Wert wird in einem Byte mit der Kodierung Base64 gespeichert. Die Anordnung der Pixeldaten muss den Bezugskoordinaten des Texturmappings entsprechen.

9.2 Der Produzent muss sicherstellen, dass die Menge an Daten zur festgelegten Größe der Textur passt. Wenn die Menge an Daten überhöht ist, dann hat der Verarbeiter diese abzukürzen. Wenn die Menge an Daten zu niedrig ist, dann muss der Verarbeiter Nullwerte an diese Daten anfügen, bis die festgelegte Texturgröße erreicht ist.

9.3 Um einem Dreieck eine Textur zuzuweisen, darf das Element <texmap> verwendet werden, um *u*-, *v*- und (optional) *w*-Koordinaten für jeden Eckpunkt dieses Dreiecks zu definieren. Wenn die Eigenschaft „tiled“ der Textur „true“ ist, dann müssen alle *u,v,w* Mappings außerhalb des Bereichs [0,1] nach dem Koordinatenmodul 1 bestimmt werden. Wenn die Eigenschaft „tiled“ der Textur nicht „true“ ist, dann müssen alle Mappings außerhalb des Bereichs [0,1] eine Null ausgeben.

9.4 Texturen müssen linear für jedes Dreieck interpoliert werden. Ein Dreieck darf nur ein einziges Element <texmap> umfassen. Überlappende Texturen müssen durch den Produzenten vor dem Mapping auf einem Netz zu einer einzelnen Textur kombiniert werden.

10 Konstellationen

10.1 Mehrere Objekte dürfen zusammen mittels des Elements <constellation> angeordnet werden (siehe Bild 5). Eine Konstellation darf die Position und Orientierung von Objekten festlegen, um die Packungseffizienz zu erhöhen und große Aufstellungen identischer Objekte zu beschreiben. Das Element <instance> legt die Verlagerung und Rotation fest, dass ein bestehendes Objekt umgewandelt werden muss um es innerhalb der Konstellation zu Positionieren. Die Verlagerung und Rotation müssen in Relation zur ursprünglichen Position und der Ausrichtung des Objekts definiert werden. Rotationswinkel müssen in Grad festgelegt werden und es muss zuerst um die *x*-Achse, dann die *y*-Achse und schließlich um die *z*-Achse rotiert werden.

10.2 Eine Konstellation darf eine weitere Konstellation mit verschiedenen Hierarchiestufen umfassen. Es dürfen jedoch keine zyklischen Definitionen von Konstellationen verwendet werden.

10.3 Wenn mehrere Objekte und Konstellationen in einer einzigen Datei definiert sind, dürfen nur die Positionen und relativen Richtungen von direkten untergeordneten Objekten und Konstellationen des Elements <amf> durch die Verarbeitungssoftware optimiert werden.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2016-09