DIN EN ISO/ASTM 52915

ICS 25.030; 35.240.50

Einsprüche bis 2020-03-10
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO/ASTM 52915:2017-10

Entwurf

Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM FDIS 52915:2019); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO/ASTM 52915:2019

Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM FDIS 52915:2019); German and English version prEN ISO/ASTM 52915:2019

Spécification normalisée pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM FDIS 52915:2019); Version allemande et anglaise prEN ISO/ASTM 52915:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-01-10 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 von 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, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 69 Seiten

DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT)
DIN-Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen (NIA)

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO/ASTM 52915:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Gemeinschaftsarbeitskreis NA 145-04-01-01 GAK „Additive Fertigung — NWT & NIA Gemeinschaftsarbeitskreis Digitalisierung“ im DIN-Normenausschuss Werkstofftechnologie (NWT).

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO/ASTM 52915:2017-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Harmonisierung der mit ISO/ASTM 52900 gleichlautenden Terminologie in 3.8;

b) Korrekturen von Bild 1 bis Bild 6 in 7.1, 8.1.2, 9.1.1, 11.4 und 12;

c) Korrekturen typographischer Natur in Tabelle A.1 und Tabelle A.4.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

– Entwurf –

CEN/TC 438

Datum: 2019-11

prEN ISO/ASTM 52915:2019

CEN/TC 438

Sekretariat: AFNOR

Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM FDIS 52915:2019)

Spécification normalisée pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM FDIS 52915:2019)

Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM FDIS 52915:2019)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.9p

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 3

Vorwort ... 4

Einleitung ... 5

1 Anwendungsbereich ... 6

2 Normative Verweisungen ... 6

3 Begriffe ... 6

4 Haupterwägungen ... 8
4.1 Allgemeines ... 8
4.2 Richtlinien für die Einbindung zukünftiger neuer Elemente ... 8

5 Aufbau dieser Spezifikation ... 9

6 Allgemeiner Aufbau ... 9

7 Geometrie-Spezifikation ... 10
7.1 Allgemeines ... 10
7.2 Glatte Geometrie ... 11
7.3 Geometriebeschränkungen ... 12

8 Materialspezifikation ... 13
8.1 Allgemeines ... 13
8.2 Gemischte und gradierte Materialien und Untergründe ... 15
8.3 Poröse Materialien ... 16
8.4 Stochastische Materialien ... 16

9 Farbspezifikation ... 16
9.1 Allgemeines ... 16
9.2 Farbabstufungen und Texture-Mapping ... 17
9.3 Transparenz ... 18

10 Texturspezifikation ... 18

11 Konstellationen ... 18

12 Metadaten ... 19

13 Komprimierung und Verteilung ... 20

14 Minimale Implementierung ... 20

Anhang A (informativ) Leitfaden zur Implementierung des AMF-XML-Schemas ... 21
A.1 AMF-Elemente ... 21
A.2 Mathematische Operationen und Funktionen ... 28
A.3 Formeln für die Interpolation einer gekrümmten dreieckigen Fläche ... 29
A.4 Code für die pseudo-random spatial map (PRSM) ... 31

Anhang B (informativ) Leistungsdaten und zukünftige Eigenschaften ... 33
B.1 Leistung ... 33
B.2 Liste zukünftiger Eigenschaften ... 34

Literaturhinweise ... 36

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO/ASTM 52915:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 261 „Additive manufacturing“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 438 „Additive Fertigungsverfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO/ASTM 52915:2017 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM FDIS 52915:2019 wurde von CEN als prEN ISO/ASTM 52915:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee 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 entwickelt, einen gemeinsamen Satz von ISO/ASTM-Normen zur additiven Fertigung zu schaffen.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO/ASTM 52915:2016), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

— Harmonisieren der mit ISO/ASTM 52900 in 3.8 geteilten Terminologie-Festlegung;

— Korrekturen von Bild 1 bis Bild 6 in 7.1, 8.1.2, 9.1.1, 11.4 und 12;

— Korrekturen typografischer Aspekte in Tabelle A.1 und Tabelle A.4.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt ein Austauschformat zur Erfüllung der aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse der additiven Fertigungstechnologie. Das Stereolithographie-Dateiformat (STL) ist seit drei Jahrzehnten der Industriestandard für die Übertragung von Informationen zwischen Konstruktionsprogrammen und additivem Fertigungszubehör. Eine STL-Datei legt nur ein Oberflächengitter fest und enthält keine Vorgaben für die Darstellung von Farbe, Textur, die Unterkonstruktion und andere Eigenschaften des hergestellten Objekts. Da in der additiven Fertigungstechnologie eine schnelle Weiterentwicklung von der Herstellung hauptsächlich von homogenen Objekten aus einem einzigen Material zu der Fertigung von Geometrien in Vollfarbe mit funktional festgelegten Abstufungen von Materialien und Mikrostrukturen stattfindet, besteht ein wachsender Bedarf eines genormten Dateiaustauschformats, das diese Merkmale unterstützen kann.

Das Dateiformat für additive Fertigung (AMF) bietet zahlreiche Vorteile. Es beschreibt ein Objekt in einer solch allgemeinen Weise, dass jede Maschine es nach ihren besten Fähigkeiten bauen kann, und ist daher technologieunabhängig. Es ist einfach zu implementieren und zu verstehen, skalierbar und weist eine gute Leistung auf. Vor allem aber ist es abwärts kompatibel und ermöglicht die Konvertierung aller bestehenden STL-Dateien. Des Weiteren ist das Format aufwärtskompatibel, sodass neue Eigenschaften hinzugefügt werden können, sollten technische Fortschritte dies erfordern.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Festlegungen für das Dateiformat für additive Fertigung (AMF), ein Austauschformat zur Erfüllung der aktuellen und zukünftigen Bedürfnisse der additiven Fertigungstechnologie.

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die Erstellung, die Anzeige und die Übertragung für das AMF fest. Bei Erstellung in einem strukturierten elektronischen Format unterstützt die strenge Einhaltung eines erweiterbaren Auszeichnungsspracheschemas (XML) [1] die normgerechte Interoperabilität.

ANMERKUNG Eine W3C XML Schema-Festlegung (XSD) für das AMF ist von ISO auf http://standards.iso.org/iso/52915 und von ASTM auf www.astm.org/MEETINGS/images/amf.xsd verfügbar. Anhang A enthält einen Implementierungsleitfaden für ein solches XML-Schema.

Es wird anerkannt, dass zusätzlich relevante Informationen für den letzten Teil bestehen, die von der aktuellen Version dieses Dokuments nicht behandelt werden. Vorgeschlagene zukünftige Eigenschaften sind in Anhang B aufgelistet.

Dieses Dokument legt keine ausdrücklichen Mechanismen für die Sicherstellung der Datenintegrität, der elektronischen Signaturen und der Verschlüsselungen fest.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: verfügbar unter http://www.electropedia.org/

3.1
AMF-Verarbeiter
Software, welche die Datei des Dateiformats für additive Fertigung (AMF) für die Fertigung, Visualisierung oder Analyse einliest (en: parsing)

Anmerkung 1 zum Begriff: AMF-Dateien werden üblicherweise durch additives Fertigungszubehör sowie Betrachtungs-, Analyse- und Verifikationssoftware importiert.

3.2
AMF-Editor
Software, welche die Datei im 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 eines AMF zu verändern, zum Beispiel, um alle gekrümmten Dreiecke in ebene Dreiecke oder eine poröse Werkstoffspezifikation in eine explizite Netzoberfläche umzuwandeln.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

3.3
AMF-Produzent
Software, welche die Datei im 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 computergestützter Konstruktionssoftware (CAD) (en: computer aided design), Scansoftware oder direkt aus geometrischen Algorithmen exportiert.

3.4
Attribut (en: attribute)
Dateneigenschaft, die einen oder mehrere Aspekte oder Deskriptoren der Daten in einem Element wiedergibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Im XML-Rahmenwerk sind Attribute Elementeigenschaften.

3.5
Kommentare
alle mit Daten innerhalb des Dateiformats für additive Fertigung (AMF) verbundenen Textelemente, die von der Importsoftware zu ignorieren sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Kommentare werden zur Verbesserung der Lesbarkeit der Datei für den Menschen und für Zwecke der Fehlerbeseitigung eingesetzt.

3.6
Element
Informationseinheit innerhalb eines XML-Dokuments, bestehend aus einer Start-Kennzeichnung, einer End-Kennzeichnung, dem Inhalt dazwischen und jeglichen Attributen

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

3.7
erweiterbare Auszeichnungssprache
XML
Standard des World Wide Web Consortium (W3C), der die Kennzeichnung von Informationsinhalten innerhalb von Dokumenten vorsieht und ein Mittel zur Darstellung des Inhalts in einem Format bietet, das menschen- und maschinenlesbar 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) ermöglicht, dargestellt werden.

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

3.8
STL
Dateiformat für Modelldaten, das die Oberflächengeometrie eines Gegenstands als Tesselierung aus Dreiecken beschreibt, das zur Übertragung von 3-D-Geometrien an Maschinen verwendet wird, um physische Bauteile zu erstellen

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

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

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

4 Haupterwägungen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Es besteht ein natürlicher Kompromiss zwischen der Allgemeingültigkeit eines Dateiformats und seiner Eignung für einen bestimmten Zweck. Eigenschaften, die dazu dienen, die Bedürfnisse einer Gemeinschaft zu erfüllen, können daher die Nutzbarkeit des Dateiformats für andere Anwendungen behindern. Um im Bereich der additiven Fertigung erfolgreich zu sein, dient das in diesem Dokument beschriebene AMF-Dateiformat dazu, die in 4.1.2 bis 4.1.7 aufgelisteten Bedenken zu behandeln.

4.1.2 Technologie-Unabhängigkeit. Das AMF beschreibt ein Objekt in einer solch allgemeinen Weise, dass jede Maschine dieses Objekt nach ihren besten Fähigkeiten bauen kann. Es ist auflösungs- und schichtdicke-unabhängig und enthält keine Informationen, die für einen Fertigungsprozess oder eine Fertigungstechnik spezifisch sind. Dies schließt nicht die Einbindung von Eigenschaften aus, die Fähigkeiten, beschreiben, welche nur von bestimmten Maschinen unterstützt werden (wie etwa Farbe, mehrere Materialien), doch diese werden so festgelegt, dass Exklusivität vermieden wird.

4.1.3 Einfachheit. Das AMF ist einfach zu implementieren und verstehen. Das Format kann in einem einfachen Textbetrachtungsprogramm gelesen und korrigiert werden, um das Verständnis und die Übernahme zu unterstützen. Identische Informationen werden nicht an mehreren Orten gespeichert.

4.1.4 Skalierbarkeit. Die Dateigröße und Verarbeitungszeit erhöht sich mit zunehmender Komplexität des Teils und der besseren Auflösung und Genauigkeit des Fertigungszubehörs. Dies umfasst die Fähigkeit, große Reihen identischer Objekte, komplexe periodische interne Merkmale (wie etwa Gitter und Netze) und glatte gekrümmte Oberflächen bei Fertigung mit hoher Auflösung zu handhaben.

4.1.5 Leistung. Das AMF ermöglicht eine angemessene Dauer (interaktive Zeit) für Lese- und Schreib-Operationen und angemessene Dateigrößen für ein übliches großes Objekt. Anhang B enthält ausführliche Leistungsdaten.

4.1.6 Abwärtskompatibilität. Jede bestehende STL-Datei kann direkt und ohne Informationsverlust sowie ohne zusätzliche Informationen zu benötigen in eine gültige AMF-Datei konvertiert werden. AMF-Dateien werden außerdem leicht in das STL-Format zur Verwendung in alten Systemen zurückkonvertiert, auch wenn hierbei moderne Eigenschaften verlorengehen. Dieses Format behält die Polygongitter-Geometriedarstellung bei, um bestehende optimierte Slicing-Algorithmen und bereits vorhandene Code-Infrastruktur zu nutzen.

4.1.7 Aufwärtskompatibilität. Um in einer von schnellen Veränderungen geprägten Industrie weiterhin nutzbar zu bleiben, kann dieses Dateiformat leicht erweitert werden und bleibt trotzdem mit früheren Versionen und Technologien kompatibel. Dies ermöglicht es, neue Eigenschaften hinzuzufügen, wenn technische Fortschritte dies erfordern, und stellt gleichzeitig die reibungslose Funktion mit einfachen homogenen Geometrien auf der ältesten Hardware sicher.

4.2 Richtlinien für die Einbindung zukünftiger neuer Elemente

4.2.1 Jedes vorgeschlagene neue Element muss auf allen Hardware-Plattformen und Technologien, die denkbarerweise zur Erzielung des gewünschten Ergebnisses verwendet werden könnten, anwendbar sein.

4.2.2 Zur Unterstützung der obigen Erwägung müssen neue für dieses Dokument vorgeschlagene Elemente das finale Objekt und nicht dessen Bau beschreiben. So könnte es beispielsweise einem hypothetischen zukünftigen Element `<hollow>` erlaubt sein, das additive Fertigungszubehör anzuweisen, das Volumen nach Möglichkeit leer zu lassen. Ein Element `<objectLayerFillPath>`, das beschreibt, wie ein hohles Volumen gebaut wird, darf jedoch nicht eingebunden werden, da es einen bestimmten Fertigungsprozess voraussetzt.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

5 Aufbau dieser Spezifikation

5.1 Format. Die in dieser Spezifikation festgelegten Informationen werden im XML-1.0-Format gespeichert. XML ist eine Textdatei, die eine Liste von Elementen und Attributen enthält. Die Verwendung dieses weithin anerkannten Datenformats ermöglicht die Anwendung für viele Werkzeuge wie etwa für die Erstellung, die Betrachtung, die Manipulation, das Parsing und die Speicherung von AMF-Dateien. XML ist von Menschen lesbar, was die Beseitigung von Fehlern in der Datei erleichtert. XML kann in einem Nachbearbeitungsschritt nach Wunsch durch Anwendung hochoptimierter genormter Routinen komprimiert oder verschlüsselt werden.

5.2 Flexibilität. Die inhärente Flexibilität ist ein weiterer wesentlicher Vorteil von XML. Fehlende oder zusätzliche Parameter stellen kein Problem für einen Parser dar, solange das Dokument dem XML-Standard entspricht. Praktischerweise ermöglicht die Verwendung von XML-Namensräumen die Hinzufügung neuer Eigenschaften, ohne alte Versionen des Parsers wie etwa in alter Software zu beschädigen.

5.3 Genauigkeit. Dieses Dateiformat ist im Hinblick auf die Genauigkeit der Darstellung numerischer Werte agnostisch. Das generierende Programm ist dafür verantwortlich, so viele oder so wenige Zahlen wie für die ordentliche Darstellung des Zielobjekts erforderlich zu schreiben. Ein AMF-Verarbeiter sollte jedoch reelle Zahlen mit doppelter Genauigkeit lesen und verarbeiten (64 Bit).

5.4 Zukünftige Änderungen und Ergänzungen. Auch wenn zusätzliche XML-Elemente vorübergehend zu jeder AMF-Datei zu internen Zwecken hinzugefügt werden können, dürfen solche Ergänzungen nicht als Teil dieser Spezifikation betrachtet werden. Ein inoffizielles AMF-Element darf von jedem AMF-Verarbeiter ignoriert und nicht durch eine Editor-Anwendung gespeichert oder reproduziert werden. Ein Element wird offiziell, wenn es formell in diese Spezifikation aufgenommen wird.

6 Allgemeiner Aufbau

6.1 Die AMF-Datei muss mit einer XML-Meldezeile beginnen, die die XML-Version und Codierung festlegt, wie etwa:

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

Die XML-Version muss 1.0 sein. Nur UTF-8 und UTF-16 sollten angegeben werden. Nicht erkannte Codierungen sollten dazu führen, dass die Datei nicht geladen wird.

6.2 Leerzeichen und Standard-XML-Kommentare dürfen in der Datei hier und da eingefügt werden und können von jedem Übersetzer ignoriert werden, wie etwa:

```
<!-- ignore this comment -->
```

6.3 Der Rest der Datei muss zwischen Start- `</amf>` und End- `</amf>` Element-Tags eingeschlossen sein. Dieses Element gibt die Dateiart an und erfüllt die Anforderung, dass alle XML-Dateien über ein einziges Root-Element verfügen. Ein Versionsattribut, das die Version des AMF-Standards angibt, mit dem die Datei konform ist, sollte verwendet werden. Standard-XML-Namensraumattribute dürfen ebenfalls verwendet werden, wie etwa das "lang"-Attribut zur Angabe der verwendeten natürlichen menschlichen Sprache. Das Einheitensystem darf ebenfalls angegeben werden (Millimeter, Zoll, Fuß, Meter oder Mikron). Ist keine Einheit angegeben, wird der Millimeter-Attributwert angenommen, zum Beispiel:

```
<amf unit="millimeter" version="1.0" xml:lang="en"

xmins:amf="www.astm.org/Standards/F2915-14">
```

6.4 Innerhalb der Start- und End-Tags des `<amf/>` Elements sind fünf Elemente der obersten Ebene enthalten, wie in 6.4.1 bis 6.4.5 beschrieben.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

6.4.1 <object> Das Objekt-Element legt ein Materialvolumen oder mehrere Materialvolumen fest, das/die ebenfalls auf ein Materialkennzeichen (ID) für die AM-Verarbeitung verweisen kann/können. Das Objekt-Element muss darüber hinaus eine unverwechselbare Objekt-ID-angeben. Die Datei muss mindestens ein Objekt-Element enthalten. Optional können zusätzliche Objekte enthalten sein.

6.4.2 <material> Das optionale Material-Element legt ein Material für die Fertigung fest, das jeweils eine damit verbundene Material-ID-angibt. Die angegebene Material-ID muss unverwechselbar sein und darf nicht 0 betragen. Wenn kein Material-Element enthalten ist, wird ein einziges Standardmaterial angenommen.

6.4.3 <texture> Das optionale Textur-Element legt ein Bild oder eine Textur für die Farbe oder das Texture-Mapping fest, die jeweils eine damit verbundene Textur-ID angeben. Die angegebene Textur-ID muss unverwechselbar sein.

6.4.4 <constellation> Das optionale Konstellations-Element kombiniert Objekte und andere Konstellationen hierarchisch zu einem relativen Muster für den Druck. Das Konstellations-Element darf außerdem eine Objekt-ID angegeben, die unverwechselbar sein muss. Wenn keine Konstellations-Elemente angegeben sind, muss jedes Objekt-Element ohne relative Positionsdaten importiert werden. Die Verarbeiter-Software kann die relative Positionierung der Objekte bestimmen, wenn in der Datei mehrere Objekte angegeben sind.

6.4.5 <metadata> Das optionale Metadaten-Element gibt zusätzliche Informationen zu dem/den Objekt(en) und Elementen in einer Datei an.

6.5 Eine voll funktionsfähige AMF-Datei benötigt nur ein einzelnes Objekt-Element.

7 Geometrie-Spezifikation

7.1 Allgemeines

7.1.1 Das <object>–Element der obersten Ebene gibt eine unverwechselbare ID an und muss ein <mesh>-Child-Element enthalten. Das <mesh>-Element muss zwei Child-Elemente enthalten: <vertices> und <volume>. Das <object>-Element darf optional auf ein Material verweisen.

7.1.2 Das erforderliche <vertices>-Element muss alle in diesem Objekt verwendeten Vertexe enthalten. Jedem Vertex wird implizit eine ganzzahlige Kennzahl in der angegebenen Reihenfolge beginnend bei null und monoton steigend zugewiesen. Das erforderliche Child-Element <coordinates> gibt die Position des Vertex im dreidimensionalen (3D) Raum unter Verwendung der Child-Elemente <x>, <y> und <z> an.

7.1.3 Nach der Vertex-Angabe muss mindestens ein <volume>-Element enthalten sein. Jedes Volumen umschließt ein geschlossenes Volumen des Objekts. Ein einzelnes Objekt kann mehrere Volumen enthalten. Volumen können Vertexe an Schnittstellen gemeinsam nutzen, dürfen jedoch keine überlappenden Volumen haben.

7.1.4 Innerhalb jedes Volumens müssen mehrere <triangle>-Child-Elemente verwendet werden, um die Dreiecke zu definieren, die die Oberfläche des Volumens tessellieren. Jedes <triangle>-Element muss auf drei Vertexe aus der Reihe der Indizes der zuvor definierten Vertexe verweisen. Die Indizes der drei Vertexe der Dreiecke müssen mithilfe der Child-Elemente <v1>, <v2> und <v3> angegeben werden. Die Vertexe müssen nach der Rechte-Hand-Regel so angeordnet werden, dass Vertexe entgegen dem Uhrzeigersinn von der Außenseite des Volumens aus gesehen aufgelistet werden. Jedem Dreieck wird implizit eine ganzzahlige Kennzahl in der angegebenen Reihenfolge beginnend mit null und monoton steigend zugewiesen (siehe Bild 1).

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

7.1.5 Die Geometrie darf nicht verwendet werden, um die tragende Struktur zu beschreiben. Nur die finale 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 einfache AMF-Datei, die nur eine Liste von Vertexen und Dreiecken enthält. Die Struktur ist mit dem STL-Standard kompatibel und kann durch eine minimale Implementierung eines AMF-Verarbeiters gelesen werden.

Bild 1 — Einfache AMF-Datei

7.2 Glatte Geometrie

7.2.1 Es muss grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass alle Dreiecke flach sind und alle Dreieckskanten gerade Linien sind, die ihre beiden Vertexe verbinden. Gekrümmte Dreiecke und Kanten dürfen jedoch optional angegeben werden, um die Anzahl der erforderlichen Gitterelemente zur Beschreibung einer gekrümmten Oberfläche zu reduzieren. Minimale AMF-Verarbeitersoftware (siehe Abschnitt 13) darf mit Dreiecken verbundene Krümmungsinformationen ignorieren.

7.2.2 Während eines Imports muss eine gekrümmte Dreiecksfläche rekursiv in vier Dreiecke unterteilt werden, um einen finalen temporären Satz glatter Dreiecke zu erzeugen. Die Tiefe der Rekursion muss genau fünf betragen (das heißt, ein einzelnes gekrümmtes Dreieck wird in 1 024 flache Dreiecke umgewandelt).

7.2.3 Während der Produktion muss die produzierende Software, die gekrümmte Dreiecke generiert, automatisch die erforderliche Anzahl an gekrümmten Dreiecken zur Festlegung der Zielgeometrie mit der gewünschten Toleranz bestimmen, da die verarbeitende Software fünf Unterteilungsstufen für jedes gekrümmte Dreieck vornehmen wird.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

7.2.4 Um die Krümmung anzugeben, darf ein Vertex ein `<normal>`-Child-Element enthalten, um die gewünschte Oberflächennormale an dem Vertex anzugeben. Die Normale sollte die Einheitslänge haben und nach außen gerichtet sein. Wenn diese Normale angegeben ist, müssen alle sich an diesem Vertex treffenden Dreieckskanten gekrümmt sein, sodass sie senkrecht zur Normalen und in der durch die Normale und die ursprüngliche gerade Kante definierten Eben liegen.

7.2.5 Wenn zwei Volumen auf ein Vertex Bezug nehmen, gilt die Normale als für jedes Volumen identisch, aber ihre Richtung sollte als mit dem betrachteten Volumen konsistent interpretiert werden (sodass sie nach außen zeigt). Vertexe, die eine nicht eindeutige Normale haben, da sie gemeinsam von mehreren Volumen genutzt werden, sollten keine Normale angeben.

7.2.6 Ein gekrümmtes Dreieck darf nicht um mehr als 25 % von der Ebene abweichen und keine Wendungen aufweisen.

7.2.7 Wenn die Krümmung der Oberfläche des Volumens an einem Vertex nicht definiert ist (zum Beispiel an einer Spitze, Ecke oder Kante), darf ein `<edge>`–Element verwendet werden, um die Krümmung einer einzelnen nichtlinearen Kante, die zwei Vertexe verbindet, anzugeben. Die Krümmung wird durch die Verwendung von Tangentenrichtungsvektoren am Anfang und Ende dieser Kante angegeben. Das `<edge>`–Element muss im Fall eines Konflikts mit einer durch ein `<normal>`-Element implizierten Krümmung Vorrang haben.

7.2.8 Normalen sollten nicht für Vertexe angegeben werden, auf die nur ebenflächige Dreiecke Bezug nehmen. Kanten-Elemente sollten nicht für lineare Kanten in flachen Dreiecken angegeben werden.

7.2.9 Die Hermite-Interpolation zweiten Grades muss zur Interpretation von Normalen und Tangenten verwendet werden. A.3 enthält die Formeln zur Durchführung dieser Interpolation.

7.3 Geometriebeschränkungen

Die gesamte Geometrie unterliegt den folgenden Beschränkungen.

— Jedes Dreieck muss genau drei verschiedene nicht co-lineare Vertexe haben.

— Dreiecke dürfen sich nur an ihren gemeinsamen Kanten oder Vertexen kreuzen oder überlappen.

— Das eingeschlossene Volumen muss ein geschlossener zusammenhängender Raum sein, dessen Volumen nicht null ist.

— Volumen dürfen sich nicht überlappen.

— Jedes Vertex muss durch mindestens drei Dreiecke referenziert werden.

— Auf jedes Vertex-Paar dürfen nur genau null oder zwei Dreiecke pro Volumen Bezug nehmen.

— Keine zwei Vertexe dürfen identische Koordinaten haben. Die verwendete Toleranz zur Festlegung der Gleichheit beträgt 10^{-8} Einheiten.

— Die Außenrichtung von Dreiecken, die eine gemeinsame Kante in demselben Volumen haben, muss konsistent sein. Die Außenrichtung wird durch die Reihenfolge der Vertexe definiert.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

8 Materialspezifikation

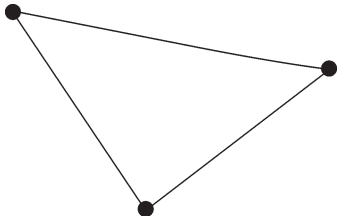
8.1 Allgemeines

8.1.1 Materialien werden mit dem optionalen <material>-Element eingeführt. Eine beliebige Anzahl an Materialien kann definiert werden, indem für jedes Material ein <material>-Element verwendet wird. Jedem Material wird eine unverwechselbare ID zugewiesen. Geometrische Volumen dürfen einen Material-ID-Attributwert im <volume>-Element angeben, der auf ein Material verweist. Die Material-ID "0" ist dafür reserviert, anzugeben, dass kein Material ausgewählt wurde (leer), siehe Bild 2.

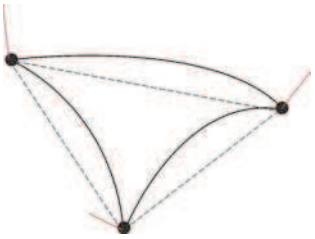
8.1.2 Jedes <material>–Element enthält Materialinformationen. Das Child-Element <colour> wird verwendet, um das Rot-/Grün-/Blau-/Alpha-Erscheinungsbild (RGBA) des Materials anzugeben (siehe Abschnitt 8 zu Farbe). Mithilfe des <metadata>-Elements können zusätzliche Materialeigenschaften wie etwa der Materialname für operative Zwecke oder die elastischen Eigenschaften für Geräte, die solche Eigenschaften steuern können, spezifiziert werden, siehe Bild 3. Siehe A.1 für eine Beschreibung der AMF-Elemente.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02



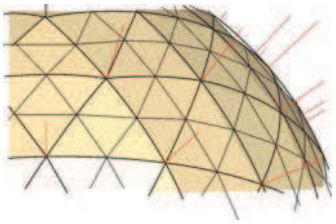
a) Standard-Dreiecksfläche (flach)



b) Unter Verwendung von Vertex-Normalen gekrümmtes Dreieck



c) Unter Verwendung von Kantentangenten gekrümmtes Dreieck



d) Unterteilung einer gekrümmten Dreiecksfläche in vier gekrümmte Teilflächen

```
<?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) AMF-Datei, die gekrümmte Geometrie enthält

Bild 2 — Arten von in einem Gitter verwendeten Dreiecken

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

```
<?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 fünf Materialien enthält. Material 3 ist eine homogene 40/60-%-Mischung aus den ersten beiden Materialien. Material 4 ist ein vertikal abgestuftes Material und Material 5 hat einen regelmäßigen schachbrettartigen Untergrund.

Bild 3 — Homogene und Verbundmaterialien

8.2 Gemischte und gradierte Materialien und Untergründe

8.2.1 Neue Materialien können als Zusammensetzung aus anderen Materialien definiert werden. Das `<composite>`-Feld wird verwendet, um die Verhältnisse der Zusammensetzung als Konstante oder Formel in Abhängigkeit von den *x*-, *y*- und *z*-Koordinaten anzugeben. Ein konstantes Mischungsverhältnis wird zu einem homogenen Material führen. Eine koordinatenabhängige Zusammensetzung kann zu einem gradierten Material führen. Komplexere koordinatenabhängige Verhältnisse können zu nichtlinearen Materialgradienten sowie regelmäßigen und unregelmäßigen Untergründen führen. Die Verhältnisformel kann darüber hinaus auf eine Texture-Map unter Verwendung der Tex-Funktion `(textureid,x,y,z)` verweisen (siehe A.1).

8.2.2 Innerhalb eines Verbunds können beliebig viele Materialien verwendet werden.

8.2.3 Jeder negative Materialverhältniswert muss als Nullverhältnis interpretiert werden. Materialverhältnisse müssen auf eine Summe von 1,0 normalisiert werden, um die tatsächlichen Verhältnisse zu bestimmen.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

8.3 Poröse Materialien

8.3.1 Die Verweisung auf `materialid` "0" (leer) darf zur Angabe poröser Materialien verwendet werden. Das Verhältnis für leer muss 0 oder 1 betragen. Jeder Bruchwert muss als 1 interpretiert werden (das heißt, jeder Teilleerwert muss 0 oder vollständig leer betrachtet werden).

8.3.2 Auch wenn das `<composite>`–Element theoretisch verwendet werden könnte, um die vollständige Geometrie eines Objekts als eine einzige Funktion oder Textur mit Verweisung auf leer zu beschreiben, darf dies von Herstellern nicht vorgenommen werden (siehe B.2.5 und B.2.6). Die vorgesehene Verwendung des `<composite>`-Elements mit Verweisung auf leer besteht darin, zelluläre Mesostrukturen zu beschreiben.

8.4 Stochastische Materialien

Die Verweisung auf die `rand(x,y,z)`–Funktion kann verwendet werden, um pseudozufällige Materialien anzugeben. Ein Verbundmaterial könnte beispielsweise zwei Ausgangsmaterialien in zufälligen Mischungsverhältnissen kombinieren, in denen das genaue Verhältnis auf verschiedene Arten von den Koordinaten abhängen könnte. Die `rand(x,y,z)`-Funktion produziert einen zufälligen Gleitpunkt-Skalar im Bereich [0,1], der über Funktionsaufrufe hinweg persistent ist (siehe A.4).

9 Farbspezifikation

9.1 Allgemeines

9.1.1 Farben können mithilfe des `<colour>`–Elements durch Angabe der RGBA-Werte (Transparenz) in dem festgelegten Farbraum eingeführt werden. In der Grundeinstellung muss der Farbraum sRGB [2] sein. Es können jedoch auch alternative Profile durch Verwendung des Metadaten-Tags im `<amf>`-Root-Element (siehe A.1) angegeben werden. Das `<colour>`-Element kann ein `child`–Element des `<material>`–Elements sein, um eine Farbe mit einem Material zu verbinden, des `<object>`-Elements sein, um ein gesamtes Objekt zu färben, des `<volume>`-Elements sein, um ein gesamtes Volumen zu färben, des `<triangle>`–Elements sein, um ein Dreieck zu färben, oder des `<vertex>`-Elements sein, um eine Farbe mit einem bestimmten Vertex zu verbinden (siehe Bild 4).

9.1.2 Wird keine Farbe angegeben, ist die Standardfarbe weiß.

9.1.3 Objektfarbe überschreibt eine Materialfarbspezifikation, eine Volumenfarbe überschreibt ein Objekt und Materialfarben, Vertexfarben überschreiben Volumen-, Objekt- und Materialfarben und Dreiecksfarben überschreiben Vertex-, Objekt- und Materialfarben.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

```
<?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"h eight="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 einfarbige Farbe kann mit einem Material, einem Volumen oder einem Vertex verbunden werden. Ein Vertex kann außerdem mit einer Koordinate in einer Farbtexturdatei verbunden werden.

Bild 4 — Farbspezifikation

9.2 Farbabstufungen und Texture-Mapping

9.2.1 Eine Farbe kann außerdem durch Verweisung auf eine Formel angegeben werden, die eine Vielzahl von Funktionen einschließlich einer Texture-Map-Funktion verwenden könnte.

9.2.2 Bei Verweisung auf eine Formel kann das `<colour>`-Element eine Farbe angeben, die von den Koordinaten abhängt, wie etwa eine Farbabstufung. Jeder mathematische Ausdruck, der die in A.2 beschriebenen Funktionen kombiniert, darf verwendet werden. So würde beispielsweise die Verwendung der "Rand"-Funktion pseudozufällige Farbmuster ermöglichen. Die "Tex"-Funktion würde Farbe in Abhängigkeit von einer Texture-Map oder einem Bild ermöglichen. Um eine Vollfarbgrafik anzugeben, wären üblicherweise drei Texturen erforderlich (eine für jeden Farbkanal). Zur Erstellung einer monochromen Grafik ist üblicherweise eine Textur ausreichend.

9.2.3 Wenn die Vertexe eines einzelnen Dreiecks unterschiedliche Farben haben, muss die Innenfarbe des Dreiecks linear zwischen diesen Farben interpoliert werden, sofern nicht eine Dreiecksfarbe ausdrücklich angegeben wurde (weil eine Dreiecksfarbe Vorrang vor einer Vertexfarbe hat). Wenn alle drei Vertexe eines Dreiecks eine Zuordnung zu derselben Textur-ID für einen Kanal (*r, g, b* oder *a*) enthalten, muss die Farbe dieses Kanals des Dreiecks aus der Texture-Map extrahiert werden und überschreibt die Dreiecksfarbe.

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

9.3 Transparenz

Der Transparenzkanal <a> bestimmt die Alpha-Zusammensetzung für die Kombination der angegebenen Vordergrundfarbe mit einer Hintergrundfarbe, um ein teilweise transparentes Erscheinungsbild zu erzeugen. Ein Wert von 0 steht für null Transparenz, d. h. nur die Vordergrundfarbe wird verwendet. Ein Wert von 1 steht für vollständige Transparenz, d. h. nur die Hintergrundfarbe wird verwendet. Zwischenwerte müssen linear zwischen den Hintergrund- und Vordergrundfarben interpoliert werden. Negative Werte werden auf 0 gerundet und Werte von mehr als 1 auf 1 gekürzt. Die Hintergrundfarbe eines Dreiecks muss die Vertexfarbe, dann die Volumenfarbe, dann die Objektfarbe und dann die Materialfarbe in absteigender Reihenfolge sein. Die Hintergrundfarbe eines Vertex muss die Volumenfarbe, dann die Objektfarbe und dann die Materialfarbe in absteigender Reihenfolge sein. Die Hintergrundfarbe eines Volumens muss die Objektfarbe und dann die Materialfarbe in absteigender Reihenfolge sein. Die Hintergrundfarbe eines Objekts muss die Materialfarbe sein.

10 Texturspezifikation

10.1 Das <texture>-Element wird verwendet, um eine texture ID oder textureid mit bestimmten Texturdaten zu verbinden. Die Größe der Texture-Map muss angegeben werden und zweidimensionale (2D) und dreidimensionale (3D) Texturen werden unterstützt. Die Daten müssen durch eine Reihe von Graustufenwerten in dem Bereich [0,255] dargestellt werden. Jeder Wert wird in einem Byte gespeichert und in Base64 codiert. Die Anordnung der Pixeldaten muss mit der Referenzkoordinate der Texture-Map konsistent sein.

10.2 Der Hersteller muss sicherstellen, dass die Datenmenge mit der angegebenen Texturgröße übereinstimmt. Wenn die Datenmenge zu groß ist, muss sie durch den Verarbeiter gekürzt werden. Wenn die Datenmenge zu gering ist, muss der Verarbeiter den Daten gegebenenfalls 0-Werte anhängen, um die angegebene Texturgröße zu erfüllen.

10.3 Um eine Textur einem Dreieck zuzuweisen, kann das <texmap>-Element zur Definition der u-, v- und (optional) w-Koordinaten für jedes Vertex in diesem Dreieck verwendet werden. Wenn die Eigenschaft “tiled” (gekachelt) “true” (wahr) ist, muss jedes *u,v,w*-Mapping außerhalb des Bereichs [0,1] anhand des Koordinaten-Modulus 1 bestimmt werden. Wenn die "tiled"-Eigenschaft der Textur nicht "true" lautet, müssen alle Mappings, die nicht in dem Bereich [0,1] liegen, zu null zurückkehren.

10.4 Texturen müssen für jedes Dreieck linear interpoliert werden. Ein Dreieck darf nur ein einziges <texmap>-Element enthalten. Überlappende Texturen müssen von dem Hersteller in einer einzigen Textur kombiniert werden, bevor sie über ein Gitter gelegt werden.

11 Konstellationen

11.1 Mehrere Objekte können gemeinsam in einem <constellation>–Element (siehe Bild 5) angeordnet werden. Eine Konstellation kann die Position und die Ausrichtung von Objekten angeben, um die Packeffizienz zu verbessern und große Reihen identischer Objekte zu beschreiben. Das <instance>–Element gibt die Bewegung und Rotation durch Mittel an, von denen ein bestehendes Objekt umgewandelt werden soll, um es in der Konstellation zu platzieren. Die Bewegung und Rotation muss relativ zur ursprünglichen Position und Rotation des Objekts zum Zeitpunkt der ursprünglichen Festlegung definiert werden. Rotationswinkel müssen in Grad angegeben werden und zuerst Rotationen um die X-Achse, dann die Y-Achse und anschließend die Z-Achse anwenden.

11.2 Eine Konstellation darf eine andere Konstellation mit mehreren Hierarchieebenen enthalten. Zyklische Definitionen von Konstellationen dürfen jedoch nicht verwendet werden.

11.3 Wenn mehrere Objekte und Konstellationen in einer einzelnen Datei definiert werden, darf die verarbeitende Software nur die Position und relative Ausrichtung der direkten Child-Objekte und Konstellationen des <amf>-Elements optimieren.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02

11.4 Bei der Interpretation der Ausrichtung ist anzunehmen, dass die z-Achse die vertikale Achse ist, wobei die positive Richtung nach oben zeigt und null sich auf die Grundfläche bezieht. Die x- und y-Richtungen müssen den Hauptbauflächenachsen entsprechend der Rechte-Hand-Regel entsprechen.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">
  <object id="1">
        ...
  </object>
  <constellation id="2">
    <instance objectid="1">
      <deltay>5</deltay>
      <rz>90</rz>
    </instance>
    <instance objectid="1">
      <deltax>-10</deltax>
      <deltay>10</deltay>
      <rz>180</rz>
    </instance>
    ...
  </constellation>

</amf>
```

ANMERKUNG Eine Konstellation kann aus mehreren zusammengeführten Objekten bestehen.

Bild 5 — Konstellationen

12 Metadaten

Das `<metadata>`-Element darf optional verwendet werden, um zusätzliche Informationen über die definierten Objekte, Geometrien und Materialien anzugeben (siehe Bild 6). Diese Informationen könnten beispielsweise einen Namen, eine Textbeschreibung, den Autor, Urheberrechtsinformationen und spezielle Anweisungen angeben. Das `<metadata>`-Element kann als Child des `<amf>`-Elements eingebunden werden, um Attribute der gesamten Datei anzugeben, oder als Child-Element von Objekten, Volumen und Materialien zur Angabe der lokalen Metadaten dieses Objekts. Reservierte Metadaten-Typen und ihre Bedeutung sind in A.1 aufgelistet.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<amf unit="millimeter">
  <metadata type="description">Product 123</metadata>
  <metadata type="author">John Smith</metadata>
  <metadata type="cad">SolidX 2.2</metadata>
  <metadata type="name">Part 1</metadata>
  <metadata type="revision">1.3A</metadata>
        ...
  <object ObjectID="0">
    <metadata type="name">Component 1</metadata>
        ...
  </object>
</amf>
```

ANMERKUNG Zusätzliche Informationen über das Objekt können durch Verwendung des Metadatenelements gespeichert werden.

Bild 6 — Metadaten

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-02