DIN EN ISO/ASTM 52915

ICS 25.030; 35.240.50

Ersatz für
DIN EN ISO/ASTM 52915:2017-10

Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2020); Deutsche Fassung EN ISO/ASTM 52915:2020

Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2020);
German version EN ISO/ASTM 52915:2020

Spécification pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2020);
Version allemande EN ISO/ASTM 52915:2020

Gesamtumfang 38 Seiten

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

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52915:2020) 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).

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

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.

Frühere Ausgaben

DIN EN ISO/ASTM 52915: 2017-10

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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

EN ISO/ASTM 52915

April 2020

ICS 25.030; 35.240.50

Ersatz für EN ISO/ASTM 52915:2017

Deutsche Fassung

Spezifikation für ein Dateiformat für Additive Fertigung (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2020)

Specification for additive manufacturing file format (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2020)

Spécification pour le format de fichier pour la fabrication additive (AMF) Version 1.2 (ISO/ASTM 52915:2020)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 18. März 2020 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO/ASTM 52915:2020) 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.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO/ASTM 52915:2017.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/ASTM 52915:2020 wurde von CEN als EN ISO/ASTM 52915:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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:

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

— 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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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 an einem genormten Dateiaustauschformat, 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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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
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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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 müssen 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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11

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: DIN EN ISO/ASTM 52915:2020-11