Fraunhofer
IFF

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG IFF, MAGDEBURG

MODELLTYP-NUTZEN-MATRIX

ANFORDERUNGEN AN 3D-MODELLE – MODELLTYP-NUTZEN-MATRIX

INHALT

1	Vorwort – Aufgabenstellung und Hintergründe	4
2	3D-Modelltypen	5
2.1	Punktewolken-Modelle	5
2.2	Störkanten-Modelle (Basisgeometrien)	6
2.3	Störkanten-Modelle (Vermaschung)	7
2.4	Detail-Modell (Bauteilbibliothek basierend)	8
3	Anwendungen im 3D-Modell	9
4	Modelltyp-Nutzen-Matrix	10
5	Aufwand zur Erstellung und Pflege des 3D-Modells im Lifecycle	11
6	Weiterführende Literatur	12
7	Wir bedanken uns	12
	Impressum	13

1 VORWORT – AUFGABENSTELLUNG UND HINTERGRÜNDE

Der erste Industriearbeitskreis »Laserscanning + VR im Anlagenbau« startete am 11.11.2010 im Virtual Development and Training Centre VDTC des Fraunhofer Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg. Seitdem ist der Industriearbeitskreis ein Podium für alle Interessierten aus der Industrie, dem Dienstleistungssektor sowie Wissenschaft und Forschung werden. Zweimal im Jahr tagen die Teilnehmer des Industriearbeitskreises.

Ziel des Industriearbeitskreises ist es, Fachbeiträge aus der Wissenschaft und der Wirtschaft zu diskutieren, die Community der Anwender und Anbieter der 3D-Laserscantechnik zu stärken und sowohl Forschungs- als auch Industrieprojekte auf den Weg zu bringen und über die Ergebnisse zu berichten.

Es wurden bereits zwei Fachveröffentlichungen durch den Industriearbeitskreis »Laserscanning + VR im Anlagenbau« erstellt. Zum einen handelt es sich um den globalen Leitfaden »Laserscanning im Anlagenbau«. Der Leitfaden wurde durch die Teilnehmer des Industriearbeitskreises »Laserscanning und Virtual Reality im Anlagenbau« erarbeitet und stellt eine Empfehlung für Laserscanning in der Anlagenplanung und im Anlagenbau dar. Dieser soll als fundierte Grundlage die Erarbeitung eines Lastenhefts (Anfrage) bzw. eines Pflichtenhefts (Angebot) erleichtern. Der Leitfaden soll nicht die Kommunikation zwischen Auftraggeber und Dienstleister mindern bzw. die beratende Tätigkeit des Dienstleisters ersetzen. *Quelle: siehe Punkt 6 (weiterführende Literatur)*

Die zweite Fachveröffentlichung, das Merkblatt »Bestimmung des Mehrwertes der 3D-Laserscanning-Technologie für den Anlagenbau« beinhaltet eine Kosten-Nutzen-Analyse bei der Durchführung von Laserscanning-Projekten im industriellen Anlagenbau. *Quelle: siehe Punkt 6 (weiterführende Literatur)*

Im Rahmen der 6. Gemeinschaftsveranstaltung, des 7. Industriearbeitskreises »Virtuelles Engineering in der Prozess-, Apparate- und Anlagentechnik« und des 13. Industriearbeitskreises »Laserscanning und VR im Anlagenbau« im September 2016 etablierte sich aus einer Vielzahl an Fragen und Vorschlägen für die weiteren Themen des IAK und dessen Arbeitsgruppen u.a. die Aufgabenstellung:

»Wann kann man mit der Punktwolke arbeiten und wann benötigt man ein vektorisiertes (intelligentes) 3D-Modell? In welchen Anwendungen ist die Nutzung der Punktwolke als Informationsträger sinnvoll und zweckmäßig, für welche Anforderungen ist die Nutzung des intelligenten 3D-Modells essentiell? Kann man eindeutige Regeln hierzu aufstellen oder ist diese Sicht eher subjektiv?«

In einem Folgeworkshop im November 2016 kristallisierte sich folgende Aufgabe zur Beantwortung obiger Frage heraus. Die »Ermittlung der Anforderungen an ein 3D-Modell durch den Betreiber von Anlagen« sollte konkret analysiert werden. Zur Bearbeitung dieser Aufgabe, wurden div. Interviews mit Anlagenbetreibern (Betriebsleitern) geführt und die Ergebnisse ausgewertet. Federführend erarbeitete ein Team aus Vertretern der Bayer AG, Wacker Chemie AG und BASF SE an dieser Aufgabe und erstellte im Ergebnis mehrerer kooperativer Meetings die hier vorgestellte »Modelltyp-Nutzen-Matrix«.

Ziel dieser Fachveröffentlichung ist es, zu den Einsatzszenarien von 3D-Modellen und Laserscans unterschiedlicher Detail- und Informationstiefe dem potentiellen Anwender eine Auswahlunterstützung an die Hand zu geben.

2 3D-MODELLTYPEN

Es wurden in Summe vier Modelltypen identifiziert. Diese Modelltypen sind die Punktwolken-Modelle, die Störkanten-Modell auf Grundlage der Basisgeometrien, die Störkanten-Modelle auf der Grundlage von Vermaschungen und das Detail-Modell auf Basis einer Bauteilbibliothek. Alle vier 3D-Modelltypen wurden hinsichtlich ihres Detaillierungsgrades bzw. ihrer Genauigkeiten und ihres Grades an Intelligenz differenziert. Daraus ergeben sich die nachfolgend beschriebenen Modelle.

2.1 Punktewolken-Modelle

Innerhalb der Punktewolken-Modelle wurde eine Differenzierung hinsichtlich des Detaillierungsgrades von minimaler Detaillierung bzw. Genauigkeit bis zu maximalen Detaillierung bzw. Genauigkeit vorgenommen. Eine weitere Differenzierung wurde bzgl. der Genauigkeit in Verbindung mit minimaler bzw. maximaler Intelligenz der Modelle vorgenommen. Durch die Identifikation und Benennung von POI´s (Point of interest) wird das 3D-Modell mit Intelligenz angereichert.
Die ersten 4 Ausprägungen eines digitalen 3D-Modells, die alle 4 zu dem Modelltyp »Punktewolke« zählen sind in Bild 1 dargestellt. Als wichtiges Kriterien wurden bei allen Modelltypen die Genauigkeit und die Intelligenz eingeführt. Es wurde ein Punktewolken-Modell mit min. und max. Genauigkeit dargestellt.
Minimale Genauigkeit bzw. Detaillierung bedeutet, dass die Punkte eine größere Streuung und geringere Dichte aufweisen und auch keine 360°-Bilder verfügbar sind. Allerdings sind die Punkte referenziert und die Abschattungen haben keine negativen Auswirkungen. Eine maximale Genauigkeit stellt den bestmöglichen Scan dar, der über div. Features verfügt.

Die unteren Modelle (1.a und 1.z) sind mit POIs, also Objekten, versehen um ihnen Intelligenz zu verleihen. Intelligenz bedeutet an dieser Stelle, dass die Objekte benamt und damit identifiziert sind und jederzeit im Modell gefunden oder mit Attributen versehen werden können.

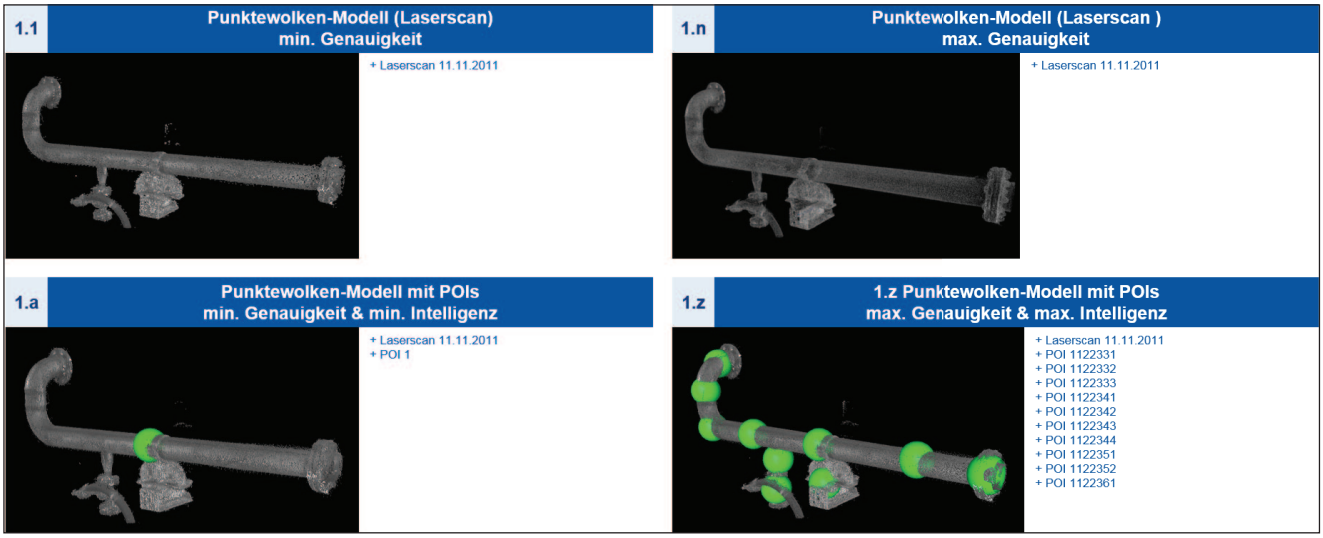


Bild 1: Punktwolken-Modelle. © K. Licht/BASF SE

Im Modelltyp 1.a würde das bedeuten, dass bei Punktwolkenmodellen mit POI´s und minimaler Genauigkeit und minimaler Intelligenz lediglich die Hauptkomponenten bzw. Hauptobjekte bezeichnet sind.
Im Modelltyp 1.z würde das bedeuten, dass bei Punktwolkenmodellen mit POI´s und maximaler Genauigkeit und maximaler Intelligenz jeder Flansch und Bogen identifiziert wird, jedoch keine Klarnamen wie z. B. eine eindeutige Rohrleitungsbezeichnung vorhanden wäre.

2.2 Störkanten-Modelle (Basisgeometrien)

Innerhalb der Störkanten-Modelle auf der Grundlage von Basisgeometrien wurde eine Differenzierung hinsichtlich des Detaillierungsgrades von minimaler Detaillierung bzw. Genauigkeit bis zu maximalen Detaillierung bzw. Genauigkeit vorgenommen. Eine weitere Differenzierung wurde bzgl. der Genauigkeit in Verbindung mit minimaler bzw. maximaler Intelligenz der Modelle vorgenommen. Durch die Identifikation und Benennung von POI´s (Point of interest) wird das 3D-Modell mit Intelligenz angereichert.

Die ersten 4 Ausprägungen eines digitalen 3D-Modells, die alle 4 zu dem Modelltyp »Störkanten-Modell« zählen, sind in Bild 2 dargestellt. Als wichtige Kriterien wurden bei allen Modelltypen die Genauigkeit und die Intelligenz eingeführt.
Daher wurde ein Störkanten-Modell mit min. und max. Genauigkeit dargestellt. Minimale Genauigkeit bzw. Detaillierung bedeutet, dass nur wenige Störkantenobjekte platziert werden und auch die Art der Störkantenobjekte stark begrenzt ist. Dies führt zu relativ starken räumlichen Abweichungen zur Realität.

Eine maximale Genauigkeit stellt ein Modell mit sehr vielen Störkantenobjekten und eine Vielzahl an unterschiedlichen Arten von Störkantenobjekten dar, das damit die Realität mit nur geringen räumlichen Abweichungen darstellen kann.
Die unteren Modelle (2.a und 2.z) sind mit POIs, also Objekten versehen, um ihnen Intelligenz zu verleihen. Intelligenz bedeutet an dieser Stelle, dass die Objekte benamt und damit identifiziert sind und jederzeit im Modell gefunden oder mit Attributen versehen werden können.

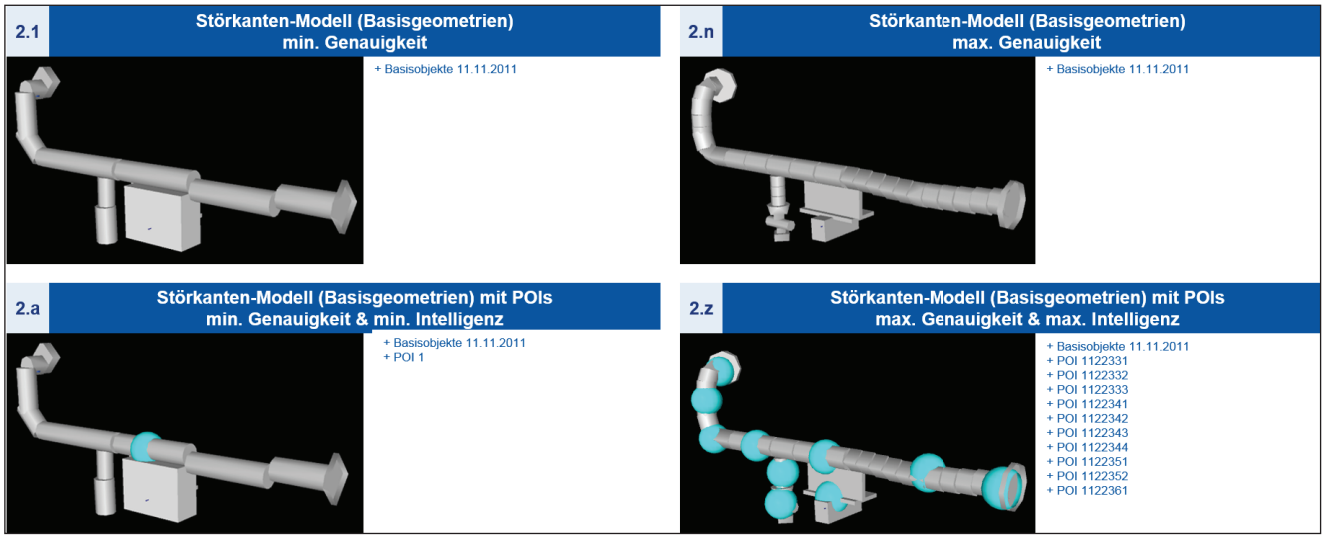


Bild 2: Störkantenmodelle (Basisgeometrien). © K. Licht/BASF SE

Im Modelltyp 2.a würde das bedeuten, dass bei Störkantenmodellen mit POI´s und minimaler Genauigkeit und minimaler Intelligenz lediglich die Hauptkomponenten bzw. Hauptobjekte bezeichnet sind.
Im Modelltyp 2.z würde das bedeuten, dass bei Störkantenmodell mit POI´s und maximaler Genauigkeit und maximaler Intelligenz jeder Flansch und Bogen identifiziert wird, jedoch keine Klarnamen wie z. B. eine eindeutige Rohrleitungsbezeichnung vorhanden wäre.

2.3 Störkanten-Modelle (Vermaschung)

Innerhalb der Störkanten-Modelle auf der Grundlage von Vermaschungen wurde eine Differenzierung hinsichtlich des Detaillierungsgrades von minimaler Detaillierung bzw. Genauigkeit bis zu maximalen Detaillierung bzw. Genauigkeit vorgenommen. Eine weitere Differenzierung wurde bzgl. der Genauigkeit in Verbindung mit minimaler bzw. maximaler Intelligenz der Modelle vorgenommen. Durch die Identifikation und Benennung von POI´s (Point of interest) wird das 3D-Modell mit Intelligenz angereichert.

Vermaschte Modelle (Meshing Model), sind Modelle, bei denen die Oberflächen mit mathematisch berechneten ebenen Flächen, z. B. Dreiecken, dargestellt werden. Die Maschenweite ist dabei als ein wichtiges Genauigkeitskriterium anzusehen (maximal fotorealistische Überlagerung). Das Meshing erfolgt größtenteils automatisiert mit nur wenigen Eingriffen.
Es bestehen keine Strukturgrenzen zwischen zusammengebauten Objekten.

Die ersten 4 Ausprägungen eines digitalen 3D-Modells, die alle 4 zu dem Modelltyp »Störkanten-Modell-Vermaschung« zählen sind in Bild 3 dargestellt. Als wichtige Kriterien wurden bei allen Modelltypen die Genauigkeit und die Intelligenz eingeführt.
Daher wurde ein Störkanten-Modell mit min. und max. Genauigkeit dargestellt. Minimale Genauigkeit bzw. Detaillierung bedeutet, dass das Modell nur über eine große Maschenweiter verfügt.

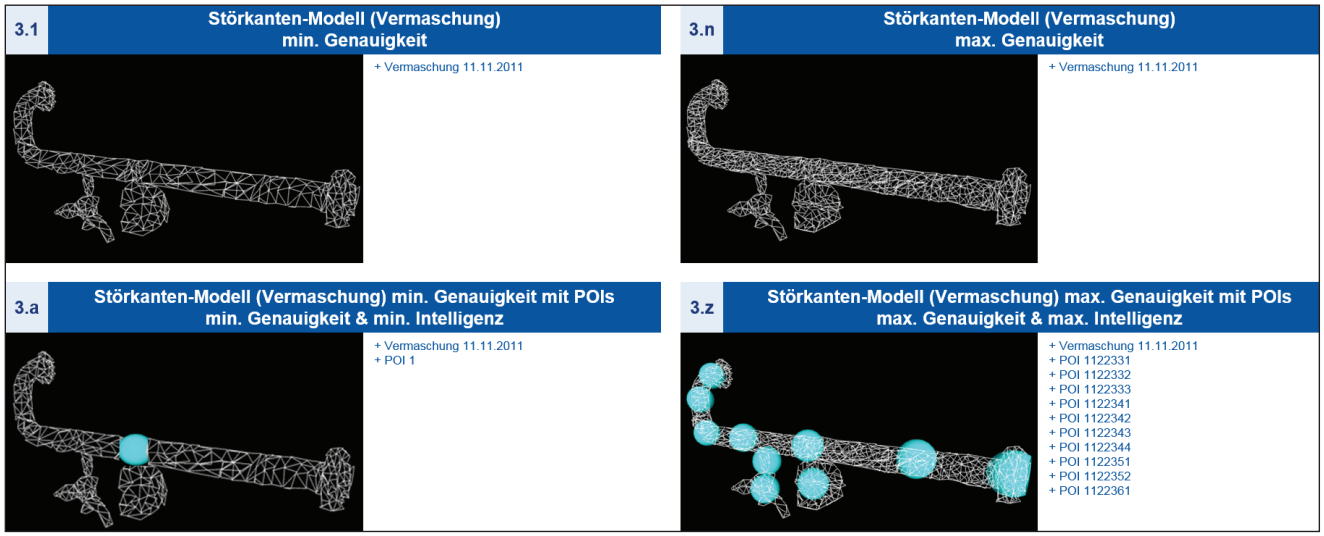


Bild 3: Störkanten-Modelle (Vermaschung). © K. Licht/BASF SE

Eine maximale Genauigkeit stellt ein Modell mit kleiner Maschenweite dar. Die unteren Modelle (3.a und 3.z) sind mit POIs, also Objekten versehen, um ihnen Intelligenz zu verleihen. Intelligenz bedeutet an dieser Stelle, dass die Objekte benamt und damit identifiziert sind und jederzeit im Modell gefunden oder mit Attributen versehen werden können.

Im Modelltyp 3.a würde das bedeuten, dass bei Störkantenmodellen mit Vermaschung und mit POI´s und minimaler Genauigkeit und minimaler Intelligenz lediglich die Hauptkomponenten bzw. Hauptobjekte bezeichnet sind.
Im Modelltyp 3.z würde das bedeuten, dass bei Störkantenmodell mit Vermaschung und mit POI´s und maximaler Genauigkeit und maximaler Intelligenz jeder Flansch und Bogen identifiziert wird, jedoch keine Klarnamen wie z. B. eine eindeutige Rohrleitungsbezeichnung vorhanden wäre.

2.4 Detail-Modell (Bauteilbibliothek basierend)

Der 3D-Modelltyp Detail-Modell Bauteilbibliothek basierend zeichnet sich dadurch aus, dass vormodellierte Objekte mit technischen Attributen (Material/ Wandstärke) dem Modellierenden zur Verfügung stehen, er sie gemäß Punktewolke und Planungsunterlagen verwendet. Dabei sind alle Objekte eindeutig mit ihrem realen Namen benamt.

Bei minimaler Genauigkeit ist für häufig vorkommende und wichtige Objekte ein passendes, idealisiertes Bauteil vorhanden, das grob gemäß der Punktewolke platziert wird.
Bei maximaler Genauigkeit ist für alle Objekte ein passendes, idealisiertes Bauteil vorhanden, das bestmöglich gemäß der Punktewolke platziert wird.
Da alle Objekte in allen 4 Fällen benamt sind und der Einsatz von POIs daher nicht notwendig ist, wurde zusätzlich in den Strukturierungsgrad der Modelle unterschieden.

Im Modelltyp 4.a würde das bedeuten, dass bei bauteilbibliotheksbasierenden Detail-Modellen eine maximale Platzierungsgenauigkeit vorherrscht und des Weiteren eine wenig komplexe Modellstruktur verwendet wird.
Im Modelltyp 4.z würde das bedeuten, dass bei bauteilbibliotheksbasierenden Detail-Modellen eine maximale Platzierungsgenauigkeit vorherrscht und des Weiteren eine komplexe Modellstruktur verwendet wird.

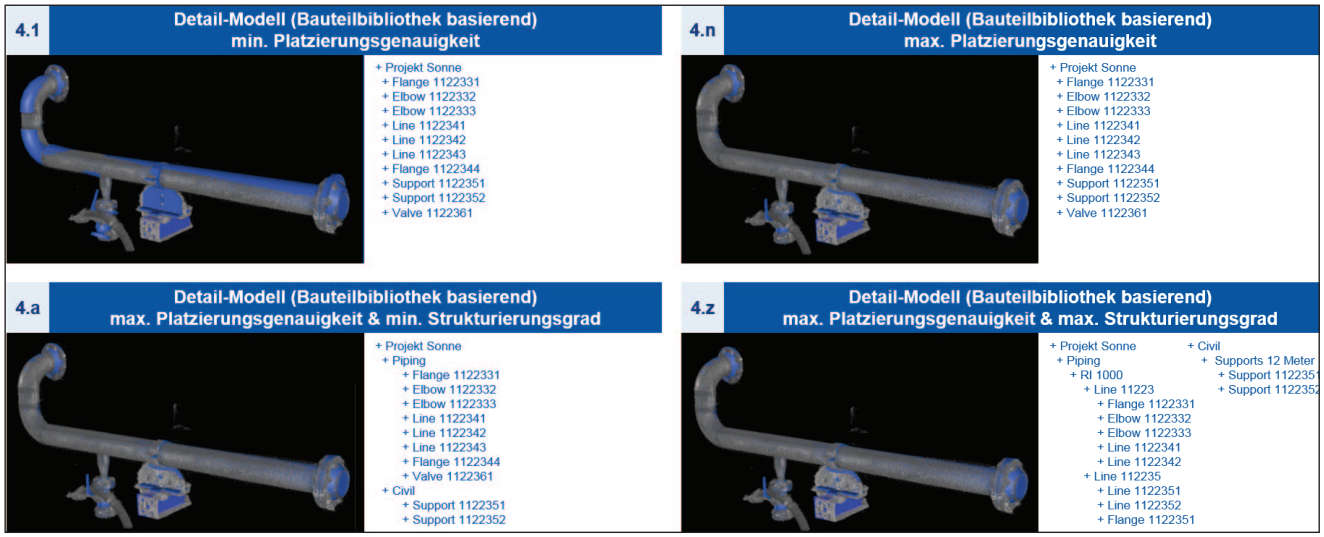


Bild 4: Detail-Modell (Bauteilbibliothek basierend). © K. Licht/BASF SE

Nach der Strukturierung und Beschreibung der vier Modelltypen wurden im zweiten Schritt verschiedene Anwendungsbereiche definiert und bewertet, in wieweit sich die Anwendungen mit den unterschiedlichen Modelltypen realisieren lassen.

3 ANWENDUNGEN IM 3D-MODELL

Ähnlich wie bei den Modelltypen, wurden auch die Anwendungen möglichst abstrakt beschrieben. Anwendungen aus einem verwandten Bereich wurden zu Obergruppen von Anwendungen zugeordnet.
Eine Obergruppe ist z. B. »Geometriedaten verwenden«. Dazu gehören alle Informationen, bei denen in erster Line die Maße im Modell für weitere Entscheidungen wichtig sind. Die Messfunktion ist hierbei eine Grundanwendung. Auch das Ergänzen von Objekten im Modell, z. B. bei der Projektierung und Konstruktion neuer Objekte, gehört dazu.

Ein extrem wichtiger Punkt ist das Orientieren im 3D-Modell. Dazu gehört, dass der Aufbau und die Vor-Ort-Bedingungen im 3D-Modell so realitätsnah wie möglich abgebildet sind und weiterverwendet werden können

Insbesondere innerhalb von Besprechungen, bei denen man sich anhand des Modells austauscht, Schulungsinhalte vermittelt oder Risiken identifi ziert, entsteht somit ein großer Nutzen für den Anwender.

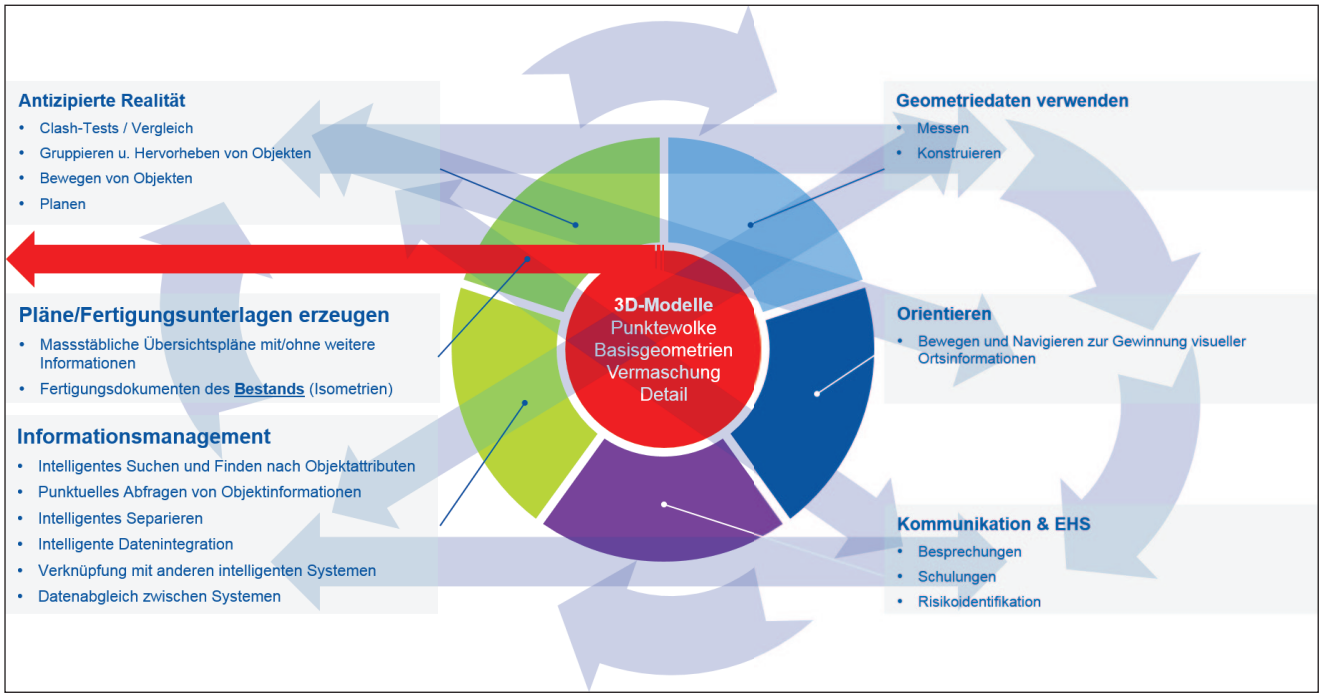


Bild 5: Anwendungen im 3D-Modell. © A. Kersten/BAYER AG

Werden Clash-Checks im Modell durchgeführt oder manuell Objekte bewegt, um die so entstandene neue Situation zu visualisieren, gibt es die Möglichkeit, eine vielleicht zukünftige Situation darzustellen, bevor sie eintritt. Dieser Oberpunkt ist als antizipierte Realität benannt.Die benannten Anwendungen bauen aufeinander auf, werden ggf. noch erweitert und sind miteinander verknüpft. Einen greifbaren Output erzeugen die Modelle zusätzlich, wenn die Möglichkeit besteht, Pläne und Fertigungsunterlagen zu erzeugen und diese auch direkt für Bestandsdokumente zu erhalten.

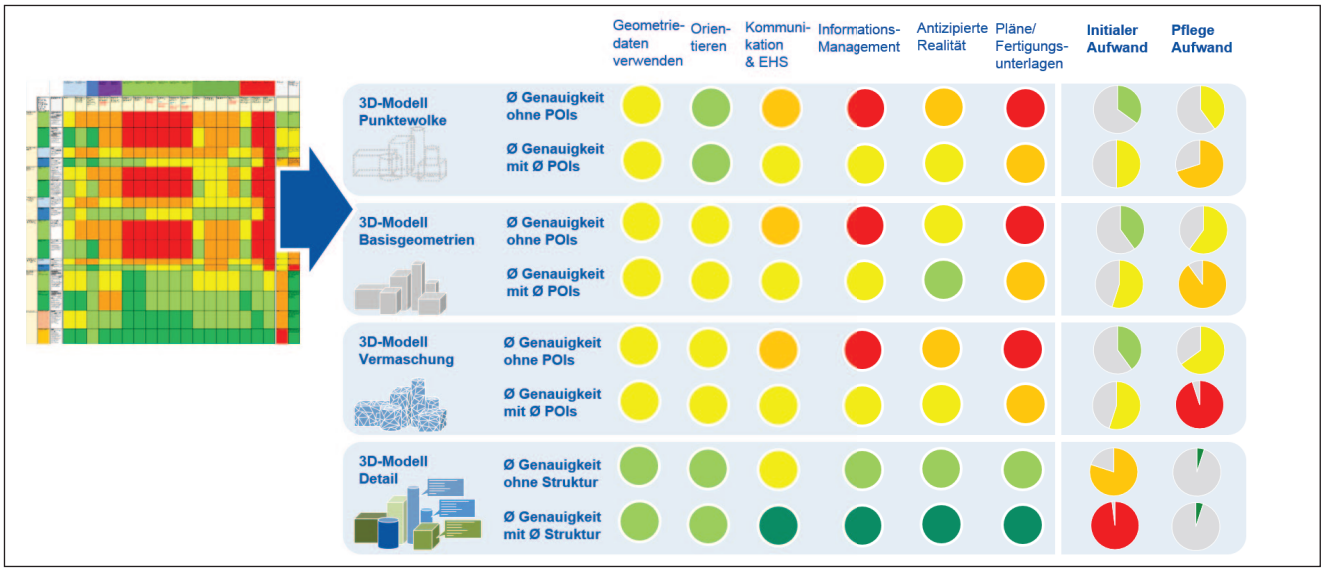
Wie in der Darstellung ersichtlich, bringen alle Anwendungen im Einzelnen jeweils einen spezifischen Nutzen. Allerdings werden in Kombination der Anwendungen die größten Potenziale gehoben.

Aus den dargelegten Aspekten leitet sich die Frage ab, in wieweit sich die Anwendungen mit den unterschiedlichen Modelltypen realisieren lassen. Diese Bewertung zeigt die nachfolgende Matrix. Die Matrix zeigt außerdem, dass durch einen höheren Detailierungsgrad und eine maximale Intelligenz eines 3D-Modells der Aufwand bei der initialen Erstellung steigt.

Der Aufwand der Pflege eines 3D Modelles fällt mit steigendem Detaillierungsgrad und größerer Intelligenz, da hier die Möglichkeit besteht, das Modell kontinuierlich und fokussiert für sämtliche Planungsaktivitäten zu verwenden und keine allumfassende Nachpflege von Modelldaten zu betreiben.

Damit schließt sich die Frage an, welche organisatorischen und technischen Voraussetzungen zu treffen sind, um das 3D-Modell anforderungsgerecht immer aktuell zu halten. Dieser Frage wird innerhalb des Industriearbeitskreises weiter nachgegangen.
Nachfolgend wird innerhalb der Modelltyp-Nutzen-Matrix aus

4 MODELLTYP-NUTZEN-MATRIX



Grün: voll geeignet | Rot: nicht geeignet

Bild 6: Modelltyp-Nutzen-Matrix. © K. Licht/BASF SE

Sicht des Anwenders deutlich, welches Modell für seine konkrete Anwendung erforderlich und zielführend ist. Aus dieser Matrix heraus wird dem Anwender eine Hilfestellung für sein erforderliches Modell an die Hand gegeben.
Aus den 4 Extremfällen pro Modelltyp (s. Abschnitt2) bzgl. Genauigkeit und Intelligenz wurden in der Matrixdarstellung jeweils zwei durchschnittliche Modelltypen bewertet.

5 AUFWAND ZUR ERSTELLUNG UND PFLEGE DES 3D-MODELLS IM LIFECYCLE

Ein wichtiger Aspekt ist grundsätzlich die Frage, welcher Aufwand zur Erstellung und Pflege des 3D-Modells innerhalb des Lifecycle erforderlich ist. Mit der nachfolgenden Grafik wird die Antwort auf diese Frage gegeben und visualisiert.

Rein qualitativ gilt folgende Aussage: Durch steigenden Detaillierungsgrad der Modelle steigt auch der Aufwand für die Erstellung und Pflege des 3D-Modells.

Der Aufwand kann geringer werden, wenn man das Modell »lebt«, d. h. bei jeder Anlagenänderung wird die Planung direkt im 3D-Modell realisiert und nicht nachgepflegt.

Dies ist jedoch nicht in allen Modelltypen in gleichem Maße möglich.

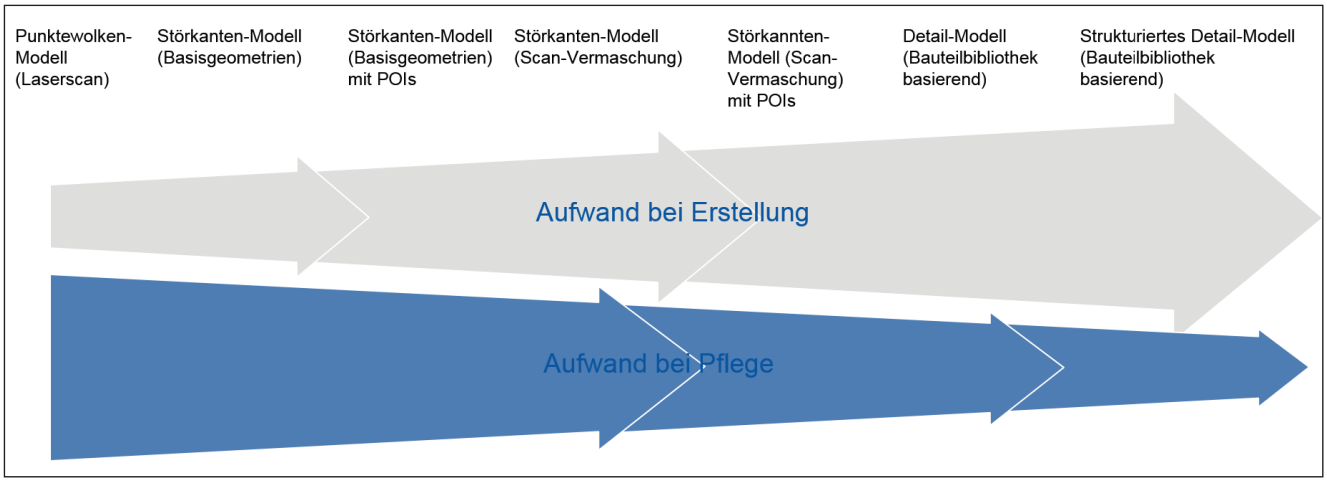


Bild 7: Aufwand zur Erstellung und Pflege des 3D-Modells im Lifecycle. © A. Kersten/BAYER AG

6 WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Merkblatt Bestimmung des Mehrwertes der 3D-Laserscanning-Technologie für den Anlagenbau:
www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/merkblatt-laserscanning-im-anlagenbau.pdf

Leitfaden Laserscanning im Anlagenbau Vorbereitung und Durchführung von Laserscanningprojekten für die Planung und Dokumentation von industriellen Anlagen:
www.iff.fraunhofer.de/content/dam/iff/de/dokumente/publikationen/leitfaden-laserscanning-im-anlagenbau.pdf

7 WIR BEDANKEN UNS

Für die zielführende Mitwirkung bei der Erarbeitung der Modell-Typ-Nutzen-Matrix. Dass dieses Doument so erfolgreich erarbeitet werden konnte, ist insbesondere der hohen Sachkompetenz und dem Engagement der nachfolgend aufgelisteten IAK-Mitglieder zu verdanken. Einen maßgeblichen Anteil an der Erstellung des Dokuments haben:

Kristoffer Licht,
BASF SE

Stefan Teutsch
BASF SE

Achim Kersten
BAYER AG

Aber auch die nachfolgend aufgelisteten IAK-Mitglieder haben dazu beigetragen, dass diese Dokumentation entstehen konnte. Auch ihnen gilt unser besonderer Dank.

Schedler, Mario
DOW Olefinverbund GmbH

Werner, Volker
BKR Ingenieurbüro GmbH

Impressum

Modelltyp-Nutzen-Matrix
Vorbereitung und Durchführung von Laserscanningprojekten für die Planung und Dokumentation von industriellen Anlagen

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Herausgeber:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. h. Michael Schenk
Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg
Telefon +49 391 4090-0 | Telefax +49 391 4090-596
ideen@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de

Umschlaggestaltung: Ina Dähre
Redaktion: Dipl.-Ing. Andrea Urbansky, Konvergente Infrastrukturen, Fraunhofer IFF
Titelbild: Comofoto - Fotolia.com
Fotos, Bilder, Grafiken: Soweit nicht anders angegeben, alle Nutzungsrechte beim Fraunhofer IFF.

Link zum Datensatz in der Datenbank Fraunhofer-Publica:
http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-524980.html

Alle Rechte vorbehalten
Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

© 12/2018 Fraunhofer-Institut für Fabrikbetriebund -automatisierung

LASERSCANNING UND VIRTUAL REALITY IM ANLAGENBAU

Fraunhofer
IFF

Ziel des Industriearbeitskreises »Laserscanning und Virtual Reality im Anlagenbau« ist der wirtschaftliche Einsatz moderner 3D-basierter Techniken wie Virtual – und Augmented Reality über den gesamten Lebenszyklus von industriellen Anlagen. Im IAK arbeiten Anlagenplanungsunternehmen, Anlagenbetreiber, Entwickler und Hersteller von Hardware- und Softwaresystemen, Anbieter von AR-, VR-Lösungen, Anbieter für 3D Laserscanning und as-built 3D Dokumentation eng zusammen.

www.iff.fraunhofer.de