CAD-Modelle für die Fabrikplanung – Wie funktioniert es richtig?

- Tino Riedel
- Januar 18, 2021
- Quelle: https://www.vistable.com/de/cad-modelle-fuer-die-fabrikplanung-wie-geht-das/

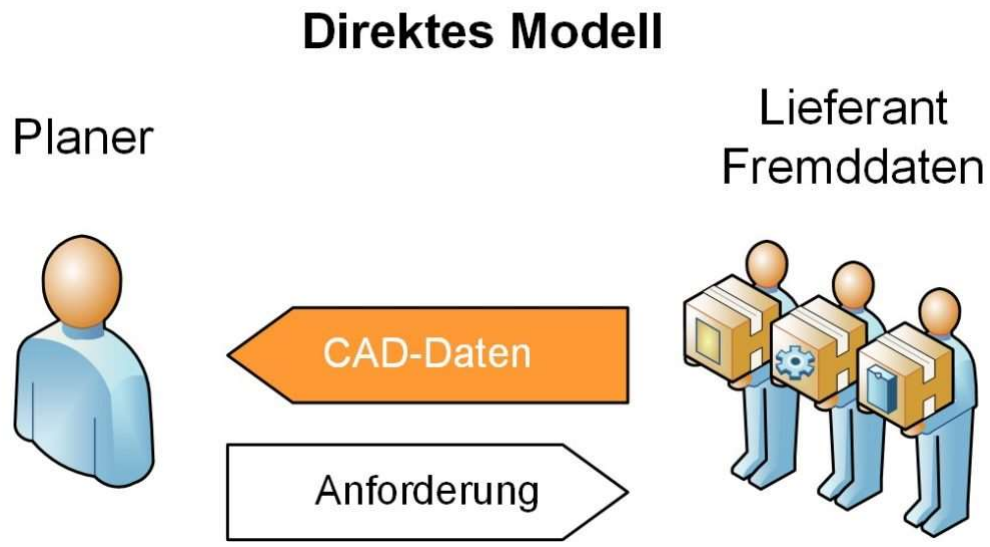
Da liegt es wieder mal im Download-Ordner, ein 500MB großes, gezipptes Archiv eines 3D-CAD-Modells. Der Ausrüster war so freundlich mir die CAD Daten unserer **neu gekauften Maschine** zu schicken. Natürlich nicht per Email, sondern über ein Download-Portal, weil die Datei einfach zu groß ist. Entpackt ist das Maschinenmodell dann noch mal 20% größer und nun muss dieses halbe Gigabyte an Daten in mein Fabriklayout. 10 Millionen Befehlszeilen für gerade mal 6m² Aufstellfläche in meiner 12.000 m² großen Fabrik. Was passiert, wenn ich nur die Hälfte meiner Fläche mit solchen CAD-Modellen füllen würde? 600 GByte an Daten in einem Layout.. tja da gehen selbst sehr gut ausgestatte Workstations in der Forschung in die Knie, um das in 2D oder 3D anzuzeigen. Selbst die versprochene RTX-Grafikkarte von meinem Administrator wird da wohl wenig Abhilfe schaffen. Kennen Sie diese Problematik?

*CAD-Produktdaten entstehen **nicht** für die Layoutplanung von Fabriken!*

In diesem Artikel soll deshalb der praktische Umgang mit **komplexen CAD–Daten** im Umfeld der Fabrikplanung näher beleuchtet werden. Er ist als Leitfaden für Planer und Ausrüster zu verstehen. Bestrebungen wie der **digitale Zwilling** scheitern heute eben häufig schon an der schieren **Datenmenge** von Produktdaten, die von Lieferanten dem Fabrikbetreiber zur Verfügung gestellt werden. Denn Fakt ist, diese Modelle wurden nie für den Anwendungsfall der Fabriklayoutplanung konzipiert. Sie wurden allein für die Herstellung, Montage und Verwaltung des jeweiligen Produktes, wie einer Werkzeugmaschine oder einem konfigurierten Montagetisch erzeugt. Wie also können diese CAD Daten dann sinnvoll für die Fabrikplanung genutzt werden?

Wann werden CAD-Modelle überhaupt benötigt?

In frühen Planungsphasen verlässt sich ein Planer häufig auf eine Planung mit abstrakten Blöcken. Diese einfachen Modelle werden von Planungssystemen als Standardfunktion bereitgestellt. Das ist für eine erste Strukturierung der Fabrik häufig auch völlig ausreichend. CAD-Daten werden also noch nicht benötigt. Sobald aber das gemeinsame Verständnis im Team stärker in den Fokus rückt, braucht es **Detailmodelle**. So wird die konkrete Einrichtung von Produktionsbereichen nur transparent, wenn Ausrüstung auch als solche erkennbar ist. Folgendes Video zeigt warum 3D-Daten entscheidenden Einfluss auf den Erfolg einer Layoutplanung haben: CAD-Daten von Ausrüstern sind dann eine häufig genutzt Datenquelle. Diese können sowohl als 2D-Zeichnung (i. d. R. Gebäudegrundriss) oder komplettes 3D Modell (Ausrüstung, Gebäude) vorliegen.

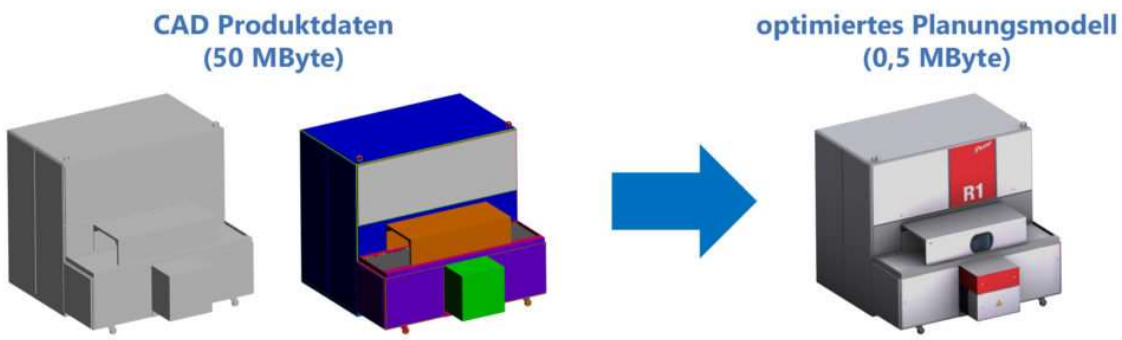


Gründe für die Anpassung von CAD-Daten

Doch kann ich diese Daten auch direkt nutzen? In vielen Fällen kann das leider aus folgenden Gründen nicht empfohlen werden:

- technische Gründe: die Datenmenge ist einfach zu groß. Ein typisches Beispiel ist ein 3D-CAD-Modell eines Montagetisches im STEP-Format mit einer Dateigröße von 100 MByte. In dieser Größe sind lange Ladezeiten und Verzögerung in der 3D-Ansicht zu erwarten. Ein vollständig optimiertes Modell für die Layoutplanung hätte ungefähr eine Größe von 1 MByte, noch akzeptabel sind ca. 10 MByte abhängig vom Gesamtszenario. Genauso können in 2D-Zeichnungen zu komplexe Ableitungen von 3D-Modellen und unnötige Zeichnungselemente enthalten sein, die den gleichen negativen Effekt in der 2D-Ansicht haben können.
- planerische Gründe: das Modell entspricht vom Aussehen nicht dem realen Objekt, ist farblich anders (z. B. einfarbig grau) und damit schwer identifizierbar. Es kann geometrische Elemente (Hilfsgeometrie oder Varianten z. B.) enthalten, die nicht benötigt werden oder sogar die Aufstellfläche verfälschen. Entscheidende Planungsinformationen fehlen wiederum und erschweren die Kommunikation (s. Bild u.).

Passt es nicht als Anhang in die Email (max. 10 MByte) ist es häufig zu groß.



Maßnahmen zur Verbesserung der Datenqualität von CAD-Modellen

Zum effektiven Datenaustausch von 2D- und 3D-Modelldaten aus CAD-Fremdsystemen für ein Planungssystem sind deshalb folgende zwei Hauptpunkte zu betrachten:

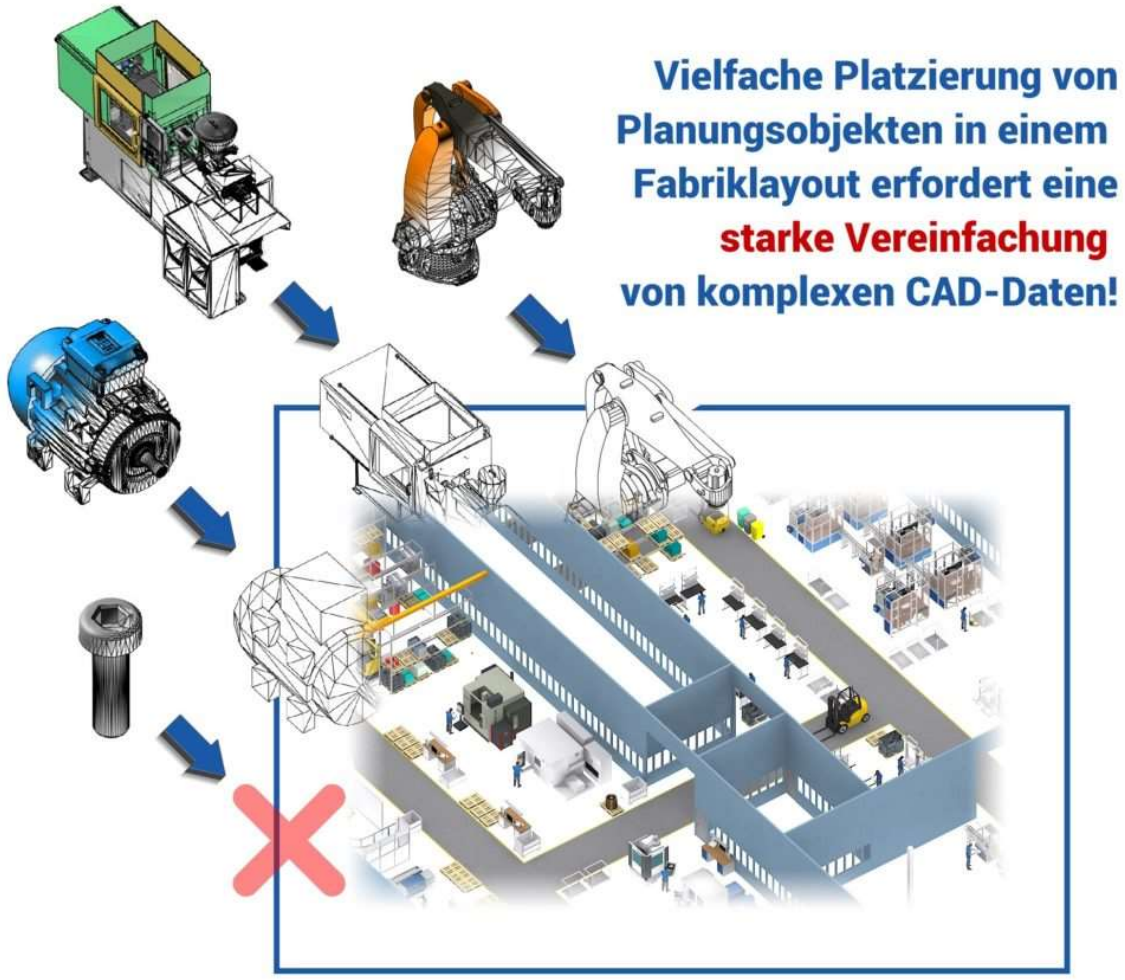
1. gezielte Vereinfachung von 2D- und 3D-Daten
2. verfügbare Datenformate und Exporteinstellungen beachten

Praktische Hinweise in den folgenden Abschnitten sind nicht auf ein bestimmtes CAD-System oder nur wo es sinnvoll ist auf ein bestimmtes 2D-/3D-Format bezogen, um allgemeingültige Empfehlungen geben zu können. Das Ziel ist, durch diese Empfehlungen die direkte Verwendung von Fremddaten zu ermöglichen. Unter Fremddaten werden auch allgemein CAD-Daten verstanden, weil diese i. d. R. aus sog. CAD-Systemen stammen.

Produktentwicklung CAD vs. Layoutplanung der Fabrik

Von einem CAD-System bzw. der Konstruktion zur Planung wechselt man in ein völlig anderes Anwendungsfeld, von der Produktentwicklung zur Fabriklayoutplanung. Die Ziele und Aufgaben sind andere und die Anforderungen an die Modelldaten damit auch, illustriert im Bild unten.

Werden in der Produktentwicklung häufig nur einzelne Modelle betrachtet, so werden in der Fabrikplanung einige hunderte oder tausende dieser Produkte gleichzeitig betrachtet (s. Bild unten)!



Wie funktioniert die Vereinfachung von CAD-Modellen?

Die Komplexität steigt in einem Fabriklayout also deutlich. Die Produktdaten werden nur noch als Ausrüstungsobjekte betrachtet. Nur die Außenhülle des Objektes ist relevant. Die Vereinfachung dieser Daten kann wie folgt durchgeführt werden, illustriert in einigen Bildern.

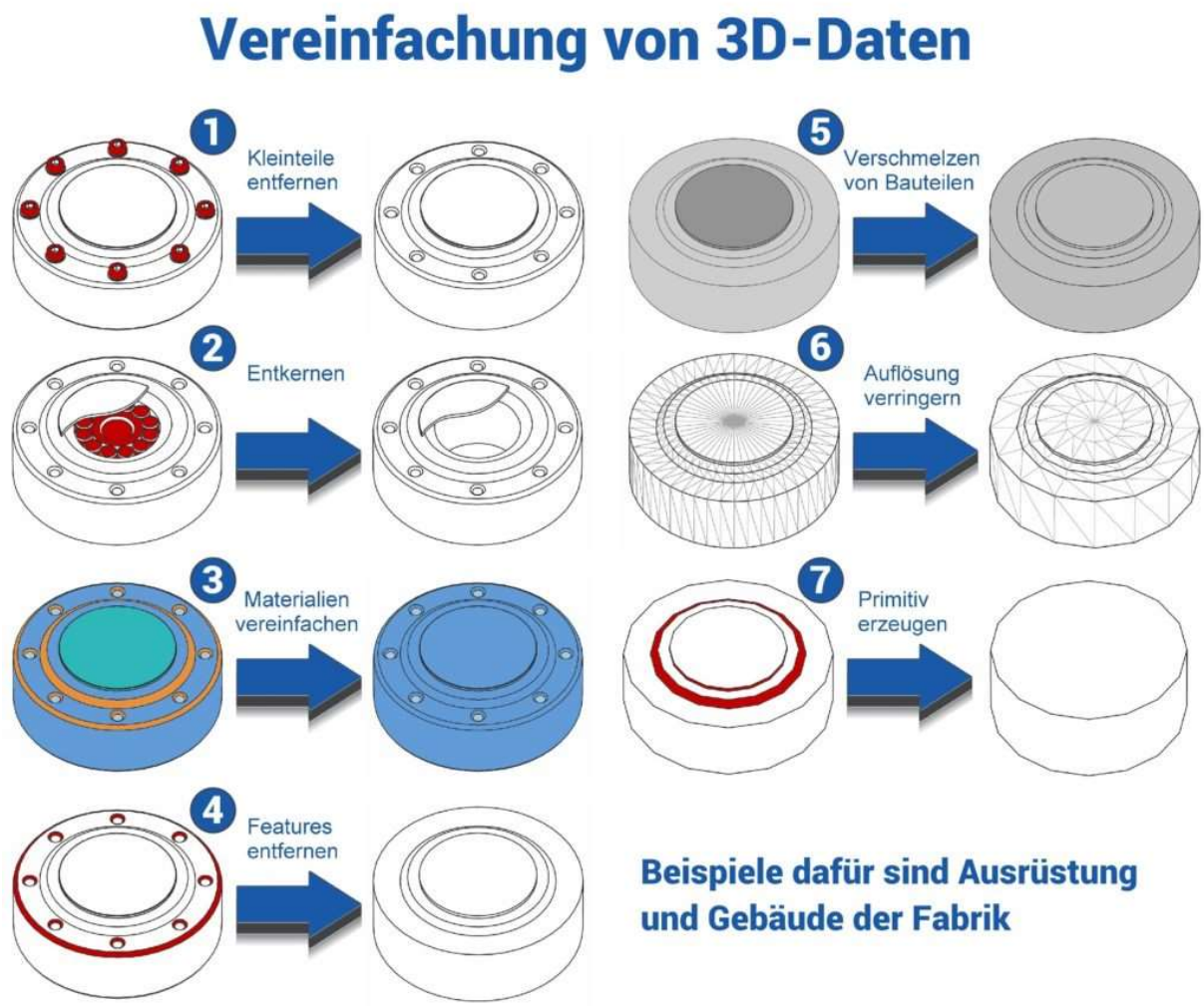
Schlanke Planungsmodelle erleichtern die Arbeit enorm und sichern die Erweiterbarkeit Ihres Layouts.

Wenn bspw. Modelle verschiedene Variantenkonstruktionen enthalten, dann darf nur **EINE** Variante exportiert werden, um keine Überlagerung von mehreren gleichen

Objekten zu erzeugen. Hilfsgeometrie und andere Konstruktionselemente, die nicht zur Ausrüstung oder zum Gebäude gehören, sind zu entfernen.

Methoden zur Vereinfachung von 3D-CAD-Modellen

Folgend sind einige Möglichkeiten zur Vereinfachung illustriert, mit anschließender Erläuterung zur Wirkung.



Das Ziel dieser Vereinfachung ist die Erhaltung der Außenhülle für Identifikation der Ausrüstung (Größe, Maschinenart, Bedienseite, Hersteller z. B.) oder eines Baukörpers (Wände, Türen, Lichtöffnungen, Säulen, Dach).

- 1 und 2 sind sehr effektiv um verzögerungsfreie Darstellung zu ermöglichen und die Ladezeit deutlich zu verringern
- 4, 6 und 7 sind sehr effektiv um die Ladezeit deutlich zu verringern
- 3 ist eine Detailoptimierung, die eine verzögerungsfreie Darstellung unterstützen kann
- 5 sollte nur nach Anwendung von 1, 2, 4 angewendet werden, da ein Verschmelzen zu sehr komplexen Objekten führt

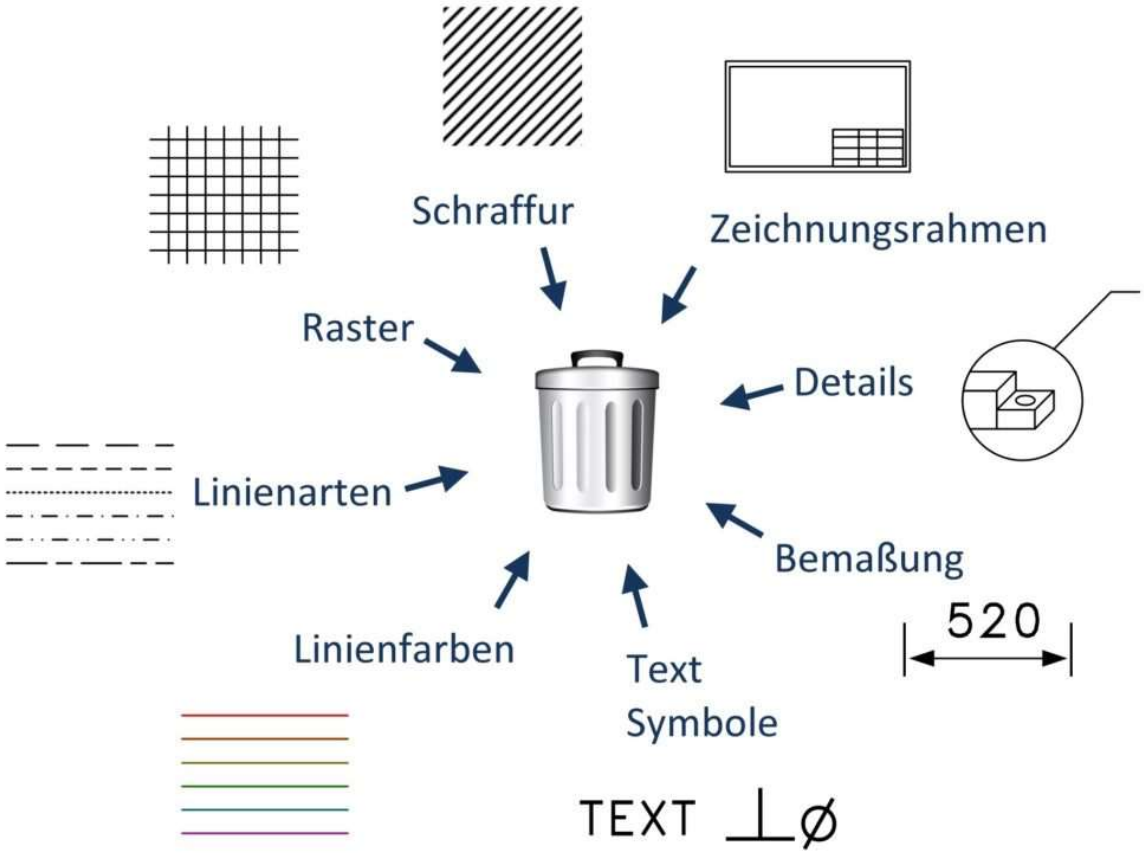
CAD-Software bietet teilweise auch die Erzeugung einer sog. **„Schrumpfhülle"** an. Dabei wird versucht ein **Hüllmodell** aus einem komplexen Datensatz zu erzeugen. Die Datenmenge kann so in vielen Fällen deutlich reduziert werden. Jedoch hängt der Erfolg hier auch von der Leistungsfähigkeit der Software und dem jeweiligen Datensatz ab. Offene Strukturen mit vielen Details sind immer schwieriger zu vereinfachen im Vergleich zu einer vollständig umhausten Maschine. Häufig liefert die CAD-Software hier auch einfarbige Hüllmodelle, deren Informationsgehalt ggf. nicht ausreicht. Es lohnt sich auf jeden Fall die Möglichkeit zu prüfen, auch wenn sie kein Wundermittel darstellt.

Methoden zur Vereinfachung von 2D-CAD-Zeichnungen

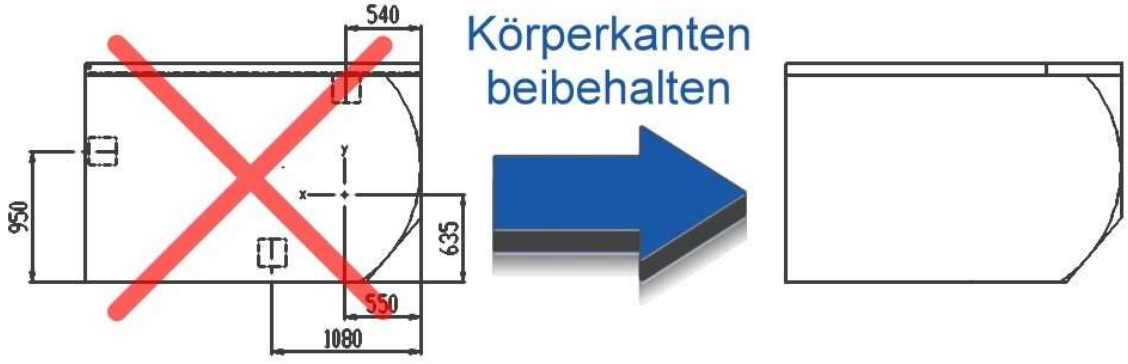
Im folgenden Bild sind typische Zeichnungselemente zu sehen, die häufig keinen planerischen Mehrwert bringen und die Interaktion mit dem Fabriklayout deutlich verlangsamen können bzw. idealerweise durch bewegliche Planungsobjekte aus einer Standardbibliothek im Planungssystem entnommen werden können. Eine Planungssoftware bietet u. a. ein eigenes konfigurierbares Raster, Bemaßungsfunktion, Text-Objekte die für den Planer flexibel einsetzbar sind. Hier gilt es abzuwägen **welche statischen Informationen** wirklich mit übernommen werden sollen durch folgende Fragen:

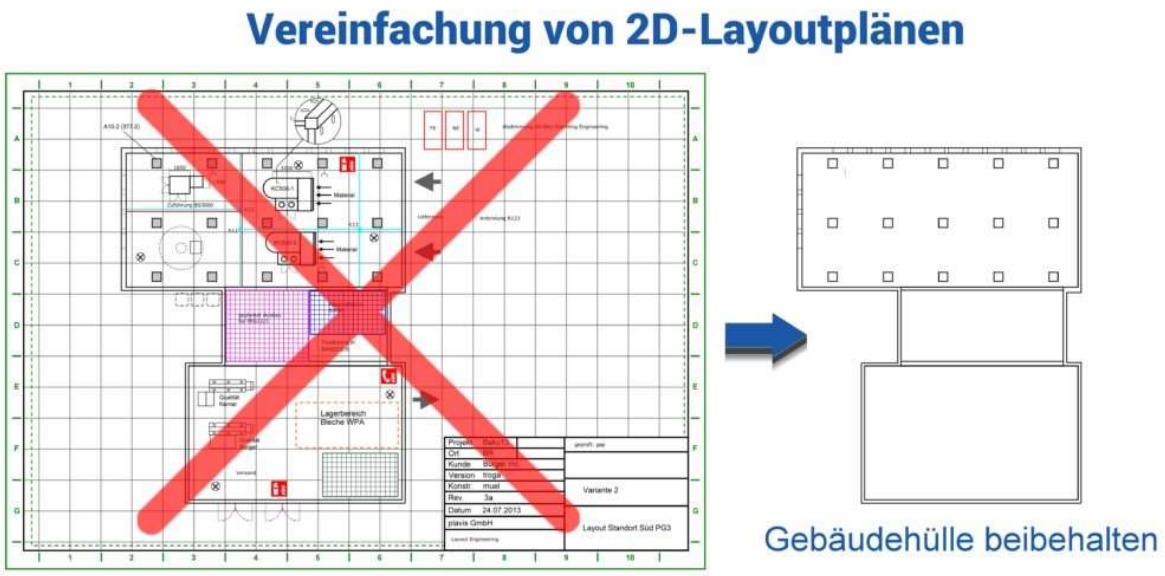
- Dient die Information dem Zweck oder Ziel meiner Planung?
- Unterstützt die Information die leichte Verständlichkeit meines Layouts?
- Unterliegt die Information häufigen Änderungen im Planungsprozess?

Vereinfachung von 2D-Daten



Vereinfachung von 2D-Ausrüstung





Durch eine starke Vereinfachung der 2D- und 3D-Daten mit Fokus auf das Wesentliche, erhält der Planer folgende Vorteile:

- verzögerungsfreie Darstellung mit Erweiterungspotenzial
- nur für die Planung relevante Informationen

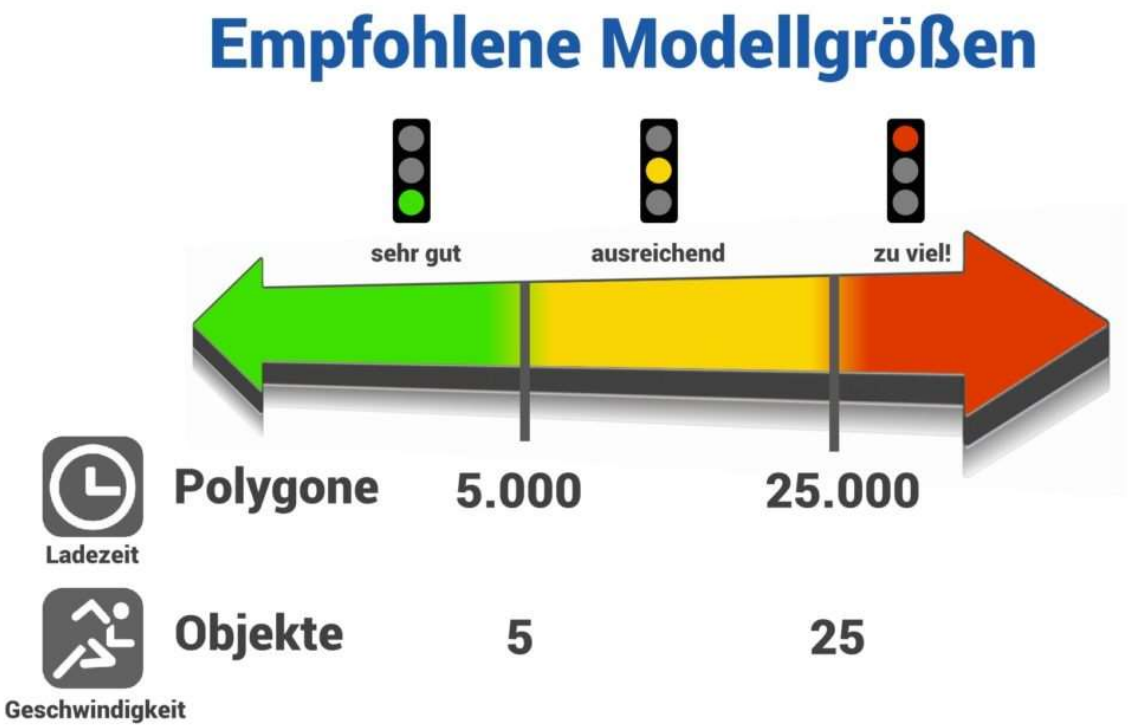
und damit insgesamt eine deutlich höhere Planungsqualität, die zu besseren Lösungen führt.

Die neuesten Artikel rund um visTABLE® direkt per Mail?

Kein Problem, einfach für unsere Blog-News anmelden!

Richtwerte für vereinfachte CAD-Modelle

Richtwerte für Polygon- und Objektanzahl von 3D-Modellen für Ausrüstung basierend auf der Standardgröße von 2x2x2m bzw. ca. 10m³ Volumen.
Die folgende Grafik zeigt den Einfluss von Detailgrad (Polygone) vor allem auf die Datenmenge und damit **Ladezeit** und die Objektanzahl eines Modells, welches vor allem großen Einfluss auf die **verzögerungsfreie Darstellung** hat. Wenn sich exportierte Modelle im grünen Bereich bewegen, können auch größere Layouts mit mehreren Hallen i. d. R. aufgebaut werden. Im gelben Bereich können kleinere Szenarien, wie eine Produktionsinsel oder eine Halle noch gut abgebildet werden. Im roten Bereich sollten die Modelle vor dem Einsatz im Planungssystem unbedingt vereinfacht werden, wenn größere Szenarien abgebildet werden sollen. Ein Planungssystem sollte den Planer beim Import von CAD-Daten mit verständlichen Hinweisen unterstützen.



Bitte beachten Sie, dass eine Gebäudehülle oder sehr große Anlagen Sonderfälle darstellen, die aufgrund ihrer Größe auch im roten Bereich liegen können, da sie eine wesentlich größere Fläche im Layout abdecken und i. d. R. nur einmal im Layout verwendet werden. Die angegebenen Grenzwerte sind als Richtwerte zu verstehen, immer auch abhängig von der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Systems.

CAD-Datenformate und Exporteinstellungen

Wenn Modelle ausreichend vereinfacht worden sind, können Sie im Planungssystem importiert werden und als Planungsobjekt verfügbar gemacht werden. Der Erfolg eines Imports hängt auch maßgeblich von der Komplexität der eingelesenen CAD-Daten ab. Von 3D-CAD-Daten wird i. d. R. automatisch eine 2D-Ableitung oder 2D-Sicht erzeugt. Die verzögerungsfreie Darstellung ist maßgeblich von der Komplexität der 3D-Daten abhängig.

Probieren Sie wenn möglich unterschiedliche Exportformate aus der jeweiligen CAD-Software aus.

Folgend ein Beispiel von den verfügbaren Importformaten in der Software visTABLE® touch. Ausgehend von diesen Formaten kann ich auf meinen Lieferanten zugehen und ein passendes **Datenformat abstimmen und testen**.

2D-Zeichnung Formate

Bezeichnung	Dateierweiterung
AutoCAD DWG	*.dwg
Drawing Interchange	*.dxf

3D-Modell Formate

Bezeichnung	Dateierweiterung
VRML 1.0/2.0	*.wrl
AutoCAD DWG	*.dwg
AutoCAD DXF	*.dxf
Wavefront OBJ	*.obj
3D Studio Scene (3DS)	*.3ds
Stereolithographie	*.stl
Collada	*.dae
STEP	*.stp *.step
IGES	*.igs
Industry Foundation Classes (IFC)	*.ifc *.ifczip
Jupiter Tesselation	*.jt

Empfehlung für CAD-Formate

STEP ist nicht gleich STEP. Datenmenge, Farben, Baugruppenstruktur, jede Software schreibt oder exportiert Daten anders, selbst wenn sie das gleiche Containerformat nutzt. Deshalb **probieren Sie unterschiedliche Exportformate** aus im jeweiligen CAD-System wenn möglich, um die beste Datenqualität zu erzielen. Häufig genutzte Formate für Gebäude und Ausrüstung sind:

- STEP
- DXF/DWG
- IFC

Nutzt das CAD-System auch Texturen (Bilddateien), können folgende Formate diese speichern oder liefern:

- VRML1.0/2.0
- Wavefront OBJ
- Collada

Bei Export in **STEP** oder **IGES** ist zu beachten, dass diese immer als **BREP Manifold Solids** exportiert werden und unter **STEP im Profil AP214** oder wenn unterstützt auch den neueren Standard **AP242**. Vermeiden Sie wenn möglich bitte den Export von Shell-Objekten oder NURBS-Flächen bzw. auch den Export von Hilfsgeometrien, die nicht zur Ausrüstung oder zum Gebäude gehören.
Weiterhin sollte in CAD-Systemen, wenn verfügbar der **Detailgrad auf die niedrigste Stufe** gesetzt werden (z. B. Creo Elements VRML Export Detailgrad niedrig). Dadurch können Sie die Datenmenge bzw. Polygonzahl deutlich verringern. Das ist besonders wichtig, wenn im Modell viele gekrümmte Oberflächen enthalten sind (s. a. „Methoden zur Vereinfachung von 3D-CAD-Modellen“ weiter oben).

Dienstleister zur Vereinfachung von CAD-Daten beauftragen

Die Reduktion von CAD-Daten erfordert Fachwissen bzw. viel Erfahrung und entsprechende Software und Hardware zur Verarbeitung der komplexen Datensätze. Original **CAD-Produktdaten** (keine Schrumpfhülle oder verschweißte Modelle), die schnell mehrere hundert MByte groß sein können, müssen **häufig auf 1:100 oder gar ein 1:1000 der ursprünglichen Datenmenge reduziert** werden, bei gleichzeitiger Erhaltung von Aufstellfläche, Planungsinformationen einschließlicher einer hochwertigen Darstellung zur Identifikation der Ausrüstung.

Sparen Sie Ihre Zeit für die eigentliche Planung und die Schaffung von Lösungen.

Dann empfiehlt es sich oft professionelle Dienstleister hinzuziehen oder wenn möglich intern jemanden für diese vorbereitende Aufgabe zu bestimmen. Letzteres ist in der Praxis aber häufig nicht so leicht möglich, das bspw. ein Konstrukteur schon mit der eigentlichen Produktentwicklung im Hause gut ausgelastet ist. Es können dann aber vielleicht zumindest kleinere Arbeiten inhouse realisiert werden und die Aufbereitung von aufwändigen Standardkatalogen mit hoher Standzeit ausgelagert werden. So können CAD-Daten letztlich als wertvolle Datengrundlage für die Planung Ihrer Fabrik dienen, auch wenn sie eigentlich nicht dafür vorgesehen waren.

- Quelle: https://www.vistable.com/de/cad-modelle-fuer-die-fabrikplanung-wie-geht-das/