

---

## Erhöhung der Planungsqualität in der Fabrikplanung durch effiziente 3D-Layouterfassung

---



### Zusammenfassung

---

Die 3D-Fabrikplanung ist ein Verfahren zur Planung und Visualisierung von Fabriklayouts. Im Gegensatz zur zweidimensionalen Variante der Planung, wird hierbei auch die Höhe der zu planenden Objekte betrachtet. Dies führt zu neuen Möglichkeiten und Analysen, die bisher nicht genutzt werden konnten.

Ein Beispiel hierfür ist die 3D-Kollisionsanalyse. Bei diesem Vorgehen wird geprüft, ob der geplante Standort für das Fabrikobjekt geeignet ist oder ob es Überschneidungen mit anderen Objekten wie beispielsweise Rohrleitungen oder Zwischendecken gibt. Weitergehend vereinfacht ein 3D-Fabrikmodell die Kommunikation aktueller Planungsstände. Hierbei können sich aufgrund des anschaulichen Modells auch Personen einen Überblick verschaffen, die nicht in die Planung involviert sind.

Die Vorteile der 3D-Fabrikplanung lassen sich jedoch nur mit einem aktuellen dreidimensionalen Fabrikmodell nutzen. Diese notwendige Rahmenbedingung der 3D-Planung konnte bisher nur sehr aufwendig manuell geschaffen werden. Hierzu wurden einzelnen Fabrikobjekte von Hand vermessen und anschließend in einem CAD-Programm nachmodelliert. Diesen Schritt ersetzt nun beispielsweise die Photogrammetrie-Technik. Bei diesem innovativen Vorgehen werden Foto- oder Videoaufnahmen von der Fabrik gemacht, die anschließend mithilfe einer Software in ein 3D-Modell umgewandelt werden. Dieses virtuelle Fabrikmodell bietet schließlich die optimale Grundlage für eine 3D-Fabrikplanung.

## Fabrikplanung

### Der Fabrikplanungsprozess

Die VDI 5200 Richtlinie fasst den Fabrikplanungsprozess in unterschiedlichen Planungsphasen zusammen. Diese Richtlinie wurde erstellt, um den Fabrikplanungsprozess, dessen Basis im Wesentlichen aus den 1960er und 1970er Jahren stammt, in eine zeitgemäße und methodisch abgesicherte Fabrikplanung zu überführen. Die Ziele der in acht Schritte unterteilten Planung sind unter anderem die Steigerung der Wirtschaftlichkeit, der Nachhaltigkeit, der Flexibilität und der Transparenz. Aber auch die Aspekte Mitarbeiterorientierung und Kommunikationsunterstützung werden behandelt. [VDI5200] Im nachfolgenden Bild 1 sind die Phasen des Fabrikplanungsprozesses jeweils den dazugehörigen 3D-Anwendungen zugeordnet.

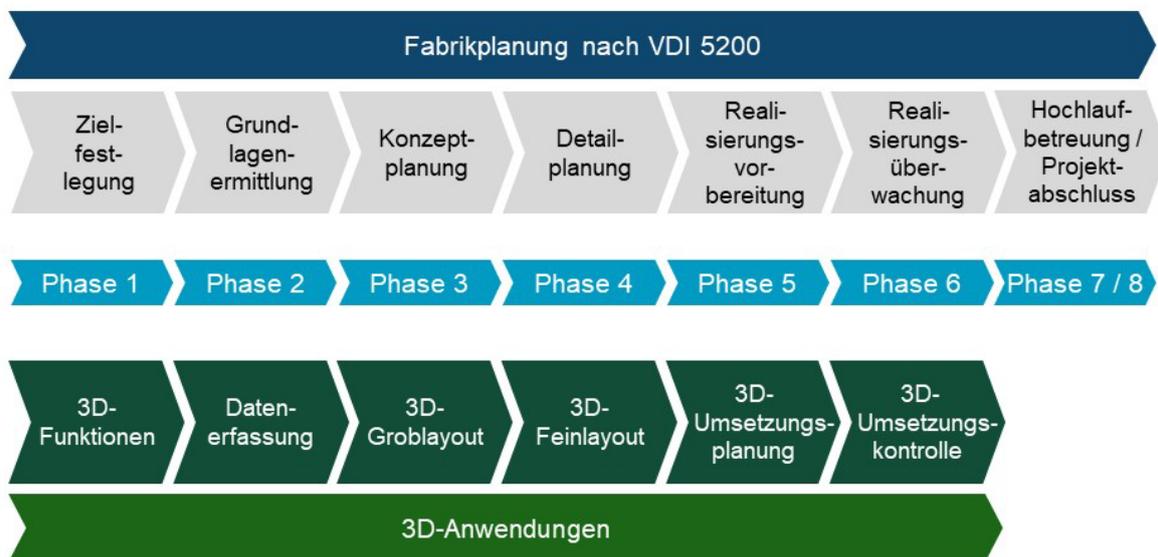


Bild 1: Fabrikplanung nach VDI 5200 und zugehörige 3D-Anwendungen.

### 2D-Fabrikplanung

Die 2D-Fabrikplanung wird im IPH in Projekten eingesetzt, in denen entweder die Höhe der zu planenden Objekte nicht entscheidend oder der Detaillierungsgrad und die Visualisierungsmöglichkeiten durch eine 2D-Planung ausreichend erfüllt sind. Durch die vereinfachte Darstellung der Objekte werden hierbei weniger Daten benötigt als bei der 3D-Alternative.

### 3D-Fabrikplanung

Die 3D-Fabrikplanung ist eine Erweiterung der Standard-Fabrikplanung. Hierbei werden 3D-Modelle der zu planenden Objekte in einer virtuellen Fabrikhalle angeordnet. Durch den Einsatz dieser in Bild 2 dargestellten realistischen Modelle ergeben sich viele Vorteile im Fabrikplanungsprozess. In bereits abgeschlossenen Projekten konnten die IPH-Ingenieure beispielsweise feststellen, dass sich durch die Visualisierung selbst nicht direkt in die Planung

integrierte Personen einen schnellen Überblick über den aktuellen Stand machen konnten. Dank Videofahrten durch das virtuelle Modell konnten Mitarbeiter der Fertigung ihren zukünftigen Arbeitsplatz schon vor Baubeginn begutachten.

Durch die Hinterlegung der einzelnen Höhendaten ist zudem eine 3D-Kollisionsanalyse möglich. Hierbei werden die Fabrikobjekte in der Fabrikhalle platziert und auf Kollisionen überprüft. Diese Überschneidungsprüfung wurde bereits in der BIM-Planung angewandt.

Weitergehend erleichterte die Einführung eines kompletten 3D-Fabrikmodells die Zusammenarbeit der einzelnen Gewerke wie beispielsweise Anlagenhersteller und Lüftungsbauer. Anstatt einzelne Zeichnungen und Entwürfe zusammenzuführen, konnten die Abmessungen der einzelnen Objekte direkt aus einem Gesamtmodell entnommen werden.



Bild 2: Realistisches 3D-Modell.

## 3D-Layouterfassung

---

### Allgemeine Layouterfassung

---

Die Layouterfassung gehört zu dem Unterpunkt der Grundlagenermittlung in dem am IPH durchgeführten Fabrikplanungsprozess. Bei diesem Schritt werden alle für die Planung notwendigen Informationen beschafft und Daten erstellt. Da in den meisten Fällen kein aktuelles sowie für die Planung ausreichend präzises 2D-oder 3D-Ist-Layout vorhanden ist, müssen diese Daten aufgenommen werden. Für die Datenaufnahme gibt es verschiedene Möglichkeiten, die in den folgenden Unterpunkten vorgestellt werden.

## Manuelle Erfassung

---

Die manuelle Datenerfassung war bisher ein entscheidendes Argument gegen die 3D-Fabrikplanung. Durch die Erfassung von Geometriedaten mithilfe von Maßbändern oder auch manuellen Lasermessgeräten entstand ein großer Zeitaufwand, der nur in wenigen Fällen durch den gewonnenen Nutzen gerechtfertigt werden konnte.

Bei 3D-Fabrikplanungsprojekten mit einem für die Visualisierung akzeptablen Detaillierungsgrad mussten die einzelnen Fabrikobjekte bisher manuell vermessen und anschließend in einem CAD-Programm nachmodelliert werden. Der Einsatz der folgenden Aufnahmetechniken ist hierfür deutlich besser geeignet.

## Laserscanner

---

Die 3D-Layouterfassung mithilfe von Laserscannern ist ein weit verbreitetes sehr detailliertes Verfahren in der 3D-Fabrikplanung. Hierbei tastet ein Laser seine Umgebung ab und macht gleichzeitig Fotos, damit die ertasteten Punkte mit Texturen belegt werden können. Das Ergebnis dieses Scanvorgangs ist somit eine farbige Punktwolke. Einschränkungen gibt es besonders bei der Aufnahmezeit und bei den durch den Laserscanner sichtbaren Punkten.

In den meisten Fällen wird eine 3D-Halle aus mehreren einzelnen Punktwolken zusammengesetzt, da der Scanner nur Punkte in seinem Sichtfeld aufnehmen kann. Durch die Planung der Scanstandorte, den Transport und Aufbau des Lasers und den eigentlichen Scanvorgang wird hierfür meist ein ganzer Tag benötigt, an dem keine Menschen in der Halle arbeiten können.

Das Ergebnis dieses Scanvorgangs ist eine sehr genaue Punktwolke mit Toleranzen von  $\pm 5$  mm der Fabrikhallen. Die nutzbaren Toleranzen in der Fabrikplanung liegen aufgrund der Maßabweichungen von Maschinen und Anlagen allerdings deutlich über diesem Wert. Realistisch kann hierbei eine Toleranz von  $\pm 5$  cm angewandt werden. Durch diese sehr genaue Punktwolke wird weitergehend eine sehr große Datenmenge erzeugt, welche ein Problem für die Computer sein könnte.

## Photogrammetrie

---

Die Photogrammetrie ermöglicht es aus einer großen Anzahl von Fotos oder Videosequenzen, ein 3D-Abbild des gewünschten Objekts zu erstellen. In der Fabrikplanung nutzt das IPH diese Technik, um ein 3D-Istlayout aufwandsarm und in einem ausreichenden Detaillierungsgrad aufzunehmen. Hierbei werden Drohnen mit mehreren Kameras ausgestattet Bild 3 (links), was eine Nutzung der größten Potenziale der Datenaufnahme ermöglicht. Durch den Flug über die Anlagen und Maschinen werden die Details in der für die Planung wichtigen Draufsicht aufgenommen. Durch das Montieren von seitlichen Kameras können auch die Höheninformationen gut erfasst werden.

Nach der Datenerfassung folgt der Schritt der Datenaufbereitung. Hierbei wird die zuvor erstellte 3D-Punktwolke Bild 3 (rechts) für den Einsatz in der Fabrikplanung vorbereitet. Bei diesem Bearbeitungsschritt wird die Punktwolke in einzelne Maschinen- oder Anlagenobjekte

unterteilt. Diese Objekte können anschließend frei in der Punktwolke der Halle verschoben, skaliert oder auch ersetzt werden. Eine andere Möglichkeit ist die manuelle Modellierung der Fabrikobjekte mit einer virtuellen Vermessung. Bei diesem sehr aufwendigen Vorgehen werden die Maße der Objekte in der 3D-Punktwolke abgenommen und anschließend in einer CAD-Software nachmodelliert. Nötig wird dieser Schritt nur, wenn es keine Kompatibilität der Planungssoftware zu Punktwolkenformaten gibt oder wenn bestimmte Bereiche nicht komplett erfasst werden konnten. Eine Kombination der Verwendung von Punktwolken-Objekten und CAD-Modellierungen kann auch zur Aufwandsoptimierung sinnvoll sein, da hier beispielsweise Objekte aus der Punktwolke mit Sicherheitsabständen durch CAD-Modellierung versehen werden können.

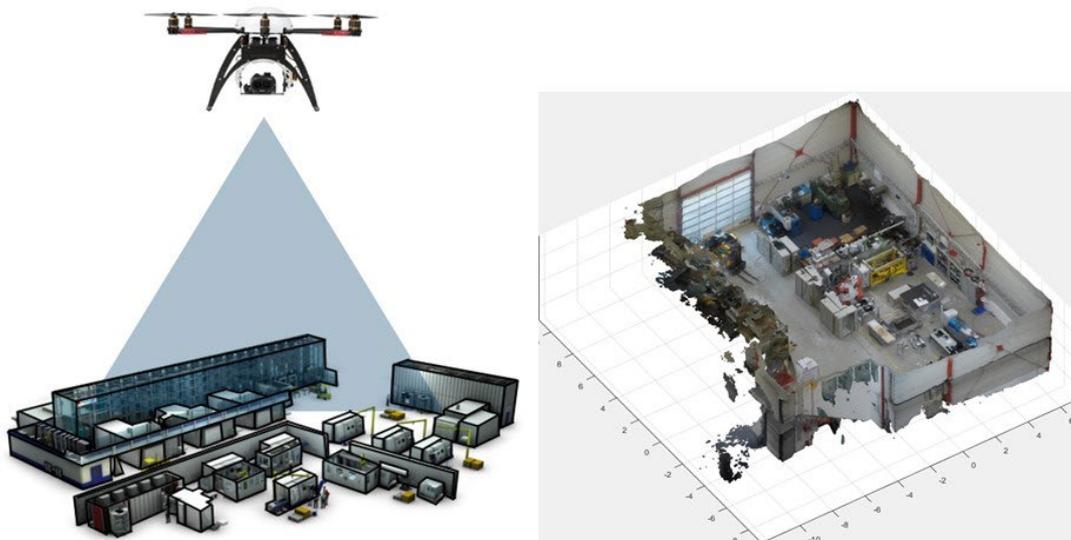


Bild 3: Drohne (links). 3D-Punktwolke mit Texturen (rechts).

### Weitere Einsatzmöglichkeiten

Die Hallenmodelle der 3D-Fabrikplanung können nach Abschluss der Planung weiterhin verwendet werden. Ein Beispiel hierfür ist die Begehung der geplanten Fabrik in der virtuellen Realität. Bei dieser 3D-Echtzeitdarstellung werden mit einer VR-Brille und dazugehörigen Controllern die Bewegungen der Personen live verfolgt und in der virtuellen Realität umgesetzt. Somit ist ein einfaches Umschauen, aber auch ein Durchschreiten der Fabrik möglich. Durch das räumliche Sehen ist diese Form der Visualisierung deutlich attraktiver als die 3D-Darstellung an einem Monitor. Weitergehend kann diese virtuelle Technik auch zum Anlernen von Mitarbeiter oder für Trainings genutzt werden.



Bild 4: 3D-Echtzeitdarstellung mit VR-Brille und Controllern.

## Kontaktdaten

---

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH  
Hollerithallee 6 | 30419 Hannover

☎ +49 (0)511 27976-0 | @ info@iph-hannover.de | 🌐 www.iph-hannover.de