# Planung der vertikalen Fabrik

**V-ZUG realisiert eine vertikale Fabrik am bestehenden Hauptsitz in Zug. Die Planung der Fabrik erfolgte gemeinsam mit der Firma UNITY AG und gemäß ihrem Phasenmodell. Die vertikale Fabrik hat aufgrund des geringeren Flächenbedarfs auch eine reduzierte Grundfläche, weil sie auf dem bisher komplett belegten Gesamtareal zusätzliche Nutzungen ermöglicht. Der zweite Hebel zur wirtschaftlichen Realisierung dieser Transformation im laufenden Betrieb sind betriebliche Verbesserungen. Schon während das erste Gebäude erstellt wird, ist der Spatenstich für den nächsten Neubau direkt im Anschluss geplant.**

**Autoren:** Stefan Friedrich
Stefan Weitz
Yves Luchsinger
**E-Mail:** stefan.friedrich@unity.de
yves.luchsinger@unity.ch

## 1 Horizontal versus vertikal

Es ist seit einigen Jahren das Mantra der Fabrikplanung, die Funktionsbereiche möglichst ebenerdig anzuordnen. Grundsätzlich verspricht man sich dadurch einfachere und kürzere Transportwege zwischen den einzelnen Produktions- und Lagerbereichen. Und nicht zuletzt vermeidet man so die Komplikation eines Etagenübergangs im Materialfluss, der durch adäquate Vertikalisierungstechnik bewerkstelligt werden müsste.

**Vertikal teurer als horizontal?**

Eine allgemeine Faustregel der Fabrikplanung besagt zudem, dass 1 m vertikaler Transport zehnmal so hohe Kosten (Gesamtkosten, sprich Technologie-, Installations- und Betriebskosten) verursacht wie die gleiche Strecke horizontal. Was die oben genannte Prämisse der Ebenerdigkeit in der Fabrikplanung zu stützen scheint.

 © Praxis Produktionsmanagement

**Teurer, langsamer und weniger flexibel**

Die große Kostendifferenz zwischen „vertikal“ und „horizontal“ ist dabei hauptsächlich auf folgende drei Aspekte zurückzuführen: Das Vertikalisierungselement bringt höhere Installationskosten mit sich und ist dabei im Betrieb tendenziell langsamer und weniger flexibel. Dies gilt sowohl für den Materialfluss wie auch für den Informationsfluss zwischen den Mitarbeitenden.

**Argumente für eine Vertikalisierung**

Was diese Betrachtung in Gänze außen vor lässt, sind die peripheren Rahmenbedingungen einer funktionierenden, in ihre Umwelt integrierten Fabrik. Dem Begriff des Öko- und Arbeitssystems kommt dabei eine wichtige Bedeutung zu. Am Beispiel des Schweizer Traditionshauses V-ZUG AG soll gezeigt werden, dass es durchaus valide Beweggründe gibt, eine „Vertikalisierung“ anstelle der üblichen „Horizontalisierung“ voranzutreiben.

**V-ZUG AG**

Die V-ZUG AG gehört zu den renommiertesten und bekanntesten Mittelständlern der Schweiz und hat sich im Kern auf die Entwicklung und Produktion von weißer Ware (Haushaltsgeräte wie Waschmaschinen, Geschirrspüler oder Backöfen für den Hausgebrauch) spezialisiert. Mit ihren qualitativ hochwertigen Produkten ist die V-ZUG AG Marktführer im Schweizer Haushaltsgeschäft. Bereits am Firmennamen ist dabei die enge Verbundenheit mit der Schweizer Stadt Zug abzulesen. Das Unternehmen produziert bereits seit 1913 unweit vom Stadtzentrum und gehört entsprechend zum Zuger Stadtbild. Die V-ZUG AG ist damit fester Bestandteil des städtischen Ökosystems und ebenso die Stadt strategischer Bestandteil des unternehmerischen Öko- und Arbeitssystems.

**Symbiotisches Ökosystem**

Im Rahmen der strategischen Unternehmensplanung wurde die Notwendigkeit zur Erneuerung eines Großteils der Gebäude des aktuellen Perimeters (damit ist die Gesamtfläche gemeint, auf dem die Firma ihre Gebäude stehen hat) erkannt.

Dem oben beschriebenen Gedanken der symbiotischen Ökosysteme von Unternehmen und Stadt Rechnung tragend, wurde das Konzept einer „vertikalen Fabrik“ entwickelt.

**Öffnung der Fläche für die urbane Nutzung**

Dass dieses zukunftsweisende Bauprojekt eine vertikale Fabrik vorsieht, ist hauptsächlich dem Gedanken geschuldet, die bislang vornehmlich industriell genutzte Fläche im Zentrum der Stadt Zug für den urbanen Raum zu öffnen und neben der Industrie weitere gewerbliche und private Nutzung des Bauperimeters zu ermöglichen. So entstehen im Rahmen eines übergreifenden Technologieclusters (neben der Planung der vertikalen Fabrik der V-ZUG AG soll auf dem Areal parallel der Technologiecluster ZUG als Vereinigung verschiedener Nutzungen wie z. B. Start-ups, Wohnen, Ausbildung entstehen) mannigfaltige Synergien für die V-ZUG AG und ihre Mitarbeitenden.

**Was spricht für eine Vertikalisierung?**

Aus dem zusätzlichen Flächenbedarf für eine neue, teils nicht industrielle Nutzung lässt sich die Notwendigkeit ableiten, die bestehende Grundfläche der industriellen Nutzung durch V-ZUG zu reduzieren und die benötigten Flächen vertikal anzuordnen. Das führt zu einer Verdichtung u. a. durch Vertikalisierung. Die Gründe, die dafür sprechen, werden im Folgenden (s. auch Abb. 1) erläutert.

**Kosten**

Die Kosten für gewerblich nutzbares Land steigen stetig an. Dies zeigt sich speziell in Hochlohnländern und in städtischen und stadtnahen Gebieten. Bei extremen Konstellationen dieser Einflussfaktoren bleibt somit oft nur die Möglichkeit, den Standort zu verlagern (ländliches Gebiet/Tieflohnland) oder den aktuellen Footprint deutlich zu verkleinern. Auch bei Landeigentum steigt der Druck, die vorhandenen Flächen effizient zu nutzen. Somit besteht auch hier ein Anreiz, die Flächeneffizienz zu optimieren und den Flächenbedarf zu reduzieren. Die somit freigespielten Flächen könnten dann

 © Praxis Produktionsmanagement

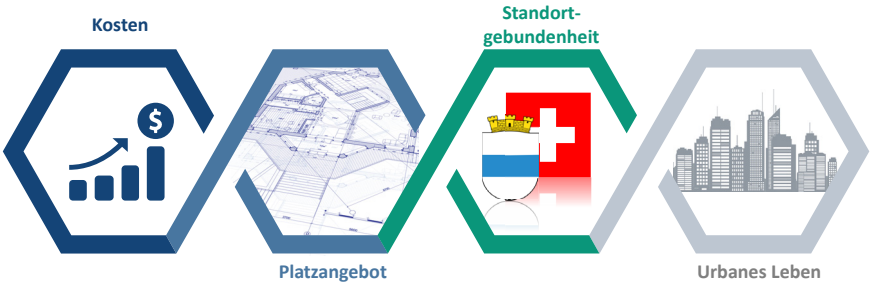


Abb. 1: Vier Argumente für die Vertikalisierung [1]

einer allfälligen Drittnutzung zur Verfügung gestellt werden und Mieteinnahmen generieren.

**Platzangebot**

Das Platzangebot und die Verfügbarkeit von Grundstücken sind oft eingeschränkt. Dies hat dann zur Folge, dass die großen Grundstücksflächen, die für eine ebenerdige Fabrik benötigt werden, nur noch in abgelegenen ländlichen Teilen oder im Ausland verfügbar sind.

**Standort-abhängigkeit**

Es gibt viele Unternehmen, die stark vom Produktionsstandort abhängig sind. Dies kann unterschiedliche Gründe haben:

- Expertise und Fachkräfte sind anderweitig nur schwer zu finden,
- der Standort ist ein Teil der Marke und wird aktiv genutzt,
- allgemeine Personalverfügbarkeit ist nicht überall gleich gut,
- soziale Verpflichtungen am Standort (z. B. einziger großer Arbeitgeber der Umgebung).

Für die Belegschaft, die einen kurzen Arbeitsweg als großen Vorteil versteht, würde die Verlagerung in den ländlichen

Raum ggf. tägliches Pendeln oder Umzug bedeuten – was in Zeiten des Fachkräftemangels zu spürbar negativen Effekten auf Qualität und Lohnkosten der Belegschaft führen kann.

**Urbanes Leben**

Der Trend geht in Richtung verdichtete urbane Arealplanung. Dies hat zur Folge, dass Arbeit, Freizeit und Leben wieder näher zusammenrücken. Es werden vermehrt Koexistenzräume geschaffen, wo auf dem gleichen Areal Wohnraum, Restaurants, Einkaufmöglichkeiten sowie auch Arbeitsstätten verortet sind. Für die Motivation der Belegschaft ist es viel wert, ein ansprechendes Umfeld zur Verfügung zu stellen. Ein ansprechendes Umfeld bedeutet zum Beispiel, einen kleinen Spaziergang im angrenzenden Park machen zu können, in der Mittagspause diverse Verpflegungsmöglichkeiten zur Auswahl zu haben, zwischendurch einen kleinen Einkauf erledigen zu können oder nach der Arbeit das nahegelegene Fitnessangebot in Anspruch zu nehmen.

**Standortverbundenheit**

Diese vier oben genannten Punkte zeigen sich fast mustergültig am Beispiel der V-ZUG AG. Die Standortverbundenheit ist stark ausgeprägt. Das Unternehmen trägt die Ortschaft im Firmennamen und wirbt aktiv damit. Die sozialen Verpflichtungen am Standort sind hoch, da es sich um ein Traditionsunternehmen handelt, das schon seit über hundert Jahren als einer der größten Arbeitgeber der Stadt gilt. Zusätzlich hat das Unternehmen den Anspruch und die Notwendigkeit, als attraktiver Arbeitgeber hoch kompetente Mitarbeiter langfristig an sich zu binden und seine Position als innovatives Unternehmen zu verteidigen.

**Platzangebot**

Eine Expansion der Fläche ist nicht möglich, da das Platzangebot in Zentrumsnähe naturgemäß stark limitiert ist. So fallen sowohl eine allgemeine Verlagerung des Standorts als auch eine Expansion der bestehenden Fläche für das geplante Neubauprojekt aus.


© Praxis Produktionsmanagement

**Wettbewerbsfähigkeit**

Die Kosten sind, wie allgemein im unternehmerischen Handeln, ein zentraler Faktor, dem große Bedeutung geschenkt werden muss. Eine Transformation zulasten der Wettbewerbsfähigkeit der V-ZUG AG muss unter allen Umständen vermieden werden.

Hier kann eine florierende Stadt Zug, die viele Unternehmen aus der Fintech- und der Cryptocurrency-Welt anzieht, positiv auf die Bestrebungen der V-ZUG AG wirken. Entsprechend der Attraktivität der Stadt steigt der Wert des Bodens und die Nachfrage nach geeigneten Gewerbeflächen.

**Urbaner Raum**

Um die Standortkosten und damit die Wettbewerbsfähigkeit für die V-ZUG AG auf einem angemessenen Niveau zu halten, müssen neue Wege gewählt werden. Die vertikale Fabrik ist ein Teil dieses Konzepts. Sie ermöglicht durch die Verdichtung der genutzten Firmenfläche der V-ZUG AG die Drittnutzung des freigespielten Areals im Rahmen eines Technologieclusters. Der Technologiecluster integriert die Fabrik in den urbanen Raum und enthält neben der V-ZUG AG Flächen für Industriepartner, Start-ups, Restaurants, kleingewerbliche Nutzungen sowie für Wohnraum. Dies soll den Standort Zug wie auch im Allgemeinen den Standort Schweiz für innovative produzierende Unternehmen stärken und nicht zuletzt zusätzliche Mieteinnahmen generieren.

In den folgenden Kapiteln wird der technische Hintergrund bezüglich der spezifischen Einflüsse auf die Fabrikplanung einer solch strategischen Entscheidung für eine „vertikale Fabrik“ beleuchtet.

## 2 Einflüsse auf die Fabrikplanung

Es gibt diverse Ansätze, Methoden und Philosophien, die sich für eine Fabrikplanung heranziehen lassen [2]. In diesem Zusammenhang wurde das praxiserprobte 8-Phasen-Modell von UNITY herangezogen.

Abbildung 2 zeigt eine Übersicht der acht Phasen. In dem Modell werden alle Schritte von der initialen Vision bis zur fertigen Inbetriebnahme behandelt.

Abb. 2: 8-Phasen-Modell der Fabrikplanung [1]

**Phase 1 – Vision & Strategieentwicklung:**

**Strategie**

Für die Zukunft müssen eine klare Vision und eine Strategie ausgearbeitet werden. Dies bezieht sich auf das gesamte Un-

 © Praxis Produktionsmanagement

ternehmen und nicht nur auf die Produktion. Hilfreich sind dafür folgende Fragen:

- Wie und was produzieren wir in Zukunft?
- Was sind die entsprechenden Mengengerüste?
- Was hat das Unternehmen für eine Standortstrategie?
- In- vs. Outsourcing?
- Möchte das Unternehmen neue Märkte erschließen?

**Phase 2 – Prozessanalyse:**

**Analyse**

Die aktuell gelebten Ist-Prozesse müssen im Detail analysiert und verstanden werden. Dieses Verständnis ist eine wichtige Grundvoraussetzung für eine sinnvolle Auslegung der Fabrik. Es gilt zu eruieren, welche Potenziale die neue Fabrik haben kann und welche Fähigkeit des Unternehmens unbedingt bestehen bleiben muss. Hierbei liegt der Fokus auf dem gesamten Auftragsabwicklungsprozess, vom Eingang des Rohmaterials bis zum Verlassen des fertigen Verkaufsartikels.

**Phase 3 – Review & Optimierung Produktionssystemdesign:**

**Produktionssystem**

Basierend auf den analysierten Ist-Prozessen wird ein entsprechendes Produktionskonzept für die zukünftige Fabrik ausgelegt. Gut funktionierende Prozesse (Fähigkeiten) sollen übernommen und die Potenziale weitestgehend ausgeschöpft werden. Ziel ist es, ein unter den Rahmenbedingungen optimales Produktionskonzept zu entwickeln.

**Phase 4 – Review & Optimierung Layout & Logistikkonzept:**

**Layout & Logistik**

Mit einfachen Blocklayouts kann das erarbeitete Produktionskonzept abgebildet werden. Wenn die grundsätzliche Kubatur (Volumen des Bauwerks) feststeht, muss eine entspre-

chende Einpassung folgen, ansonsten helfen die groben Layouts auch zur Festlegung der zukünftigen Gebäudestruktur.

**Phase 5 – Layout Detailplanung:**

**Detailplanung**

Um sämtliche Details für die Ausführungsplanung definieren zu können, muss das Blocklayout weiter detailliert werden. Das Detaillayout enthält alle zukünftigen Maschinen, Anlagen, Verkehrswege, Lagersysteme etc. Die Planung ist bevorzugt mit einem 3D-Tool auszuführen, das eine BIM-Fähigkeit aufweist. Dies ermöglicht einen direkten Austausch mit den Architekten.

**Phase 6 – Organisationsplanung:**

**Organisation**

Da Prozesse gegebenenfalls grundlegend angepasst werden müssen, muss auch die Organisationsstruktur entsprechend überprüft und ggf. überarbeitet werden. Eine frühzeitige Planung hilft, anstehende Veränderungen bereits im laufenden Betrieb langsam einzuführen und mit einer etwaigen Rekrutierung rechtzeitig zu starten.

**Phase 7 – Realisierungsbegleitung:**

**Realisierung**

Eine enge Begleitung der Realisierung ist wichtig, um sicherzustellen, dass die Umsetzung den Bedürfnissen der Nutzer entspricht. Bei etwaigen Rückfragen, Änderungen, Verzögerungen etc. können im Team auch gleich entsprechende Maßnahmen definiert und kommuniziert werden.

**Phase 8 – Inbetriebnahmebegleitung:**

**Inbetriebnahme**

Um eine reibungslose Inbetriebnahme zu gewährleisten, ist eine enge Begleitung unabdingbar. So können Kinderkrankheiten direkt angegangen und die Planung kann bei Bedarf ohne Verzögerung optimiert/angepasst werden.

Einflüsse der vertikalen Fabrik auf die Planung sind grundsätzlich in allen Phasen zu erwarten. Die größten sind jedoch


© Praxis Produktionsmanagement

in den Phasen 1–5 zu erwarten, deshalb liegt der Fokus der Betrachtung auch ausschließlich auf diesen fünf Phasen.

## 2.1 Phase 1: Vision und Strategieentwicklung

Im Vorfeld eines Fabrikplanungsprojekts besteht die Notwendigkeit, die Unternehmensvision und daraus abgeleitet die strategische Roadmap für das Unternehmen zu definieren. Neben dem Thema einer Ersatzinvestition lassen sich mit einem Neubau natürlich auch Themen der Kapazitätserweiterung und insbesondere der Optimierung des bestehenden Produktionssystems als strategische Ziele in der Planung etablieren.

**Strategische Grundbedingungen**

Wie bereits in der Einführung beschrieben, müssen als Grundlage für die Errichtung und den effizienten Betrieb einer vertikalen Fabrik ebenfalls weitere strategische Grundbedingungen gegeben sein.

**Beispiel V-ZUG**

Die „Swiss-made“ Produkte der Firma versprechen dem Kunden eine hochwertige Fertigung in der Schweiz, verbunden mit dem Einsatz moderner Technologien in Produktion und Logistik. Aus diesem Kundenversprechen heraus und auf der Basis der starken Verbindungen zur Stadt Zug, plant man die neue Fabrik auf dem heutigen Produktionsareal. Damit wird auch die Marke V-ZUG als Schweizer Premiumhersteller für Küchen- und Waschraumgeräte gestärkt.

## 2.2 Phase 2: Prozessanalyse

Das Konzept der Vertikalisierung stellt das Planungsteam zwangsläufig vor die Herausforderung, Etagenübergänge im Planungsprozess frühzeitig und sinnvoll zu berücksichtigen. So müssen Teile der zukünftigen Prozesse vertikalisiert oder einzelne Prozessschritte durch ein Vertikalisierungselement

unterbrochen werden. Bereits bei der Analyse der Ist-Prozesse sollten die Abhängigkeiten bezüglich Vertikalisierung dokumentiert werden.

**Vertikalisierungselemente**

Ein Vertikalisierungselement kann zum Beispiel gut vor oder nach einem Lager-/Pufferelement gesetzt werden. Ein größeres Lager (z. B. Hochregallager oder automatische Kleinteilelager) bietet an sich schon das Potenzial, über Ein- und Ausschleuspunkte auf mehreren Etagen als eigenes Vertikalisierungselement betrieben zu werden. Ebenfalls als Vertikalisierungselemente eigenen sich neben Liftsystemen automatisierte Transportwege (z. B. Förderstrecke inkl. S-Heber, Kettenförderer).

**Individualisierte Steckbriefe**

Für die allgemeine Analyse von Ist-Prozessen eignen sich auf das Unternehmen individualisierte Steckbriefe. Dabei handelt es sich um „Einseiter“, in die alle wichtigen Informationen zu den einzelnen Prozessschritten aufgenommen werden. Themen können sein:

- Beschreibung Prozessschritt,
- vorgelagerte/nachgelagerte Prozesse,
- Abhängigkeiten,
- Stärken,
- Potenziale,
- verwendetes Equipment,
- Flächenbedarf,
- Auslastung,
- Anzahl Mitarbeiter,
- Medienbedarf
- etc.

 © Praxis Produktionsmanagement

**Gesamt-wertstrom**

Ein solcher klassischer Steckbrief (s. Abb. 3) kann im Falle einer vertikalen Planung zum Beispiel durch eine Kategorie Vertikalisierungsmöglichkeit erweitert werden. Ebenfalls ist der Einbindung einzelner Prozessschritte in den Gesamtwertstrom (vorgelagerte/nachgelagerte Prozesse) sowie dem Thema Bodenbelastung von Equipment besondere Beachtung zu schenken. Somit ist in der späteren Planung klar ersichtlich, wie die Prozesse auf den einzelnen Etagen verteilt werden können bzw. wo welche Abhängigkeiten vorliegen.

**Bild**

**Generelle Bereichsinformationen**

| Information | Details |
|---|---|
| Gebäude/Geschoss | G1 EG |
| Anzahl MA pro Schicht | 5 |
| Schichtsystem | 2 Schicht |
| Durchsch. Raumnutzung [%] | 90 % |
| Durchsch. Auslastung [%] | 75 % |
| Ausschussquote [%] | 2 % |
| Gesamtfläche [m²] | 2.500 m² |

**Prozessbeschreibung**

- Rohmaterial bereitstellen
- Werkzeug rüsten
- Pressmaschine einstellen
- Teile pressen
- Teile entnehmen
- Teile prüfen
- Teile in Behälter sammeln

**Potenziale / Engpässe**

Beispiel

- Häufige Werkzeugwechsel kosten viel Zeit
- Deckenkran zu langsam
- Die Pressen sind nicht beidseitig erschlossen. Dadurch ist das bereitstellen des Rohmaterial und der Abtransport der Gutteile aufwendig
- Sensoren an Maschine zur BDE-System Anbindung

**Anforderungen**

- Hohe Bodenbelastung von 10 t/m²
- Erdgeschoss notwendig wegen Öl und Waschwasser, stabile Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit), min. Deckenhöhe 6 m, Kran (3 t) vorhanden
- Druckluft notwendig

**Maschinen / Arbeitsplätze / Anlagen / Vorrichtungen**

| Funktion | Name | Anzahl | Weitere Informationen |
|---|---|---|---|
| Pressen | Xyz | 12 | Presskraft bis 100 t |
| Pressenstraße | Abc | 1 | Presskraft bis 20 t |
| | | | |
| | | | |

Abb. 3: Beispielsteckbrief zur Ist-Prozessaufnahme [2]

## 2.3 Phase 3: Optimierung Produktionssystemdesign

Das Produktionssystemdesign umfasst eine erste Bereichs- oder Kubaturplanung. Diese Planung befasst sich im We-

sentlichen mit der Verortung der einzelnen Bereiche des Unternehmens (z. B. Blechverarbeitung, Produktionsbereich, Vor- und Hauptmontagebereiche, Lager, Logistik, Administration). Dabei werden die vorab definierten Rahmenbedingungen, wie z. B. die Produktionsstrategie und das Produktions- und Logistikkonzept, als Framework der zukünftigen Fabrik verwendet. Bei der Planung einer vertikalen Fabrik müssen hier zusätzlich die Rahmenbedingungen der dritten Dimension im Produktions- und Logistikkontext mitberücksichtigt werden, die Komplexität ist somit deutlich erhöht.

**Flächenbedarf dimensionieren**

Um eine effiziente und realistische Planung zu ermöglichen, müssen die einzelnen Bereiche mit dem entsprechenden zukünftigen Flächenbedarf dimensioniert werden. Bei dem zukünftigen Flächenbedarf handelt es sich um eine Abschätzung, ohne dass der Bereich bereits ausdetailliert wurde. Als Grundlage dient die erarbeitete Prozessanalyse, die jedoch für die Soll-Dimensionierung angepasst werden muss. Dabei sind folgende Einflüsse zu berücksichtigen:

- identifizierte Optimierungspotenziale im Produktionssystem,
- zukünftiges Mengengerüst (etwaiges Wachstum, neue Produkte etc.),
- etwaige neue Technologien,
- strategische Zielsetzung,
- strategische Reserven.

**Flächenausnutzungsziffer**

Da eine vertikale Fabrik oft mit der Optimierung der Flächenausnutzungsziffer zusammenhängt, sollte die Fläche für die bestehenden Bereiche, wenn möglich, reduziert werden können (z. B. Automatisierung, neue Technologien, optimiertes Produktionskonzept).

 © Praxis Produktionsmanagement

**Abhängigkeiten untereinander berücksichtigen**

Des Weiteren müssen die Materialflüsse zwischen den einzelnen Bereichen sowie die thematischen Abhängigkeiten bekannt sein. Bei der vertikalen Fabrik haben diese Kennwerte einen höheren Stellenwert als bei einer horizontalen Fabrik. Bereiche mit einer hohen Abhängigkeit und/oder einem hohen Materialfluss sollten nach Möglichkeit auf dem gleichen Stockwerk verortet werden. Allgemein ergeben sich deutlich mehr Präferenzen und Möglichkeiten, die es bei der Planung zu beachten gilt, wie z. B.:

- Bereiche mit hohem Materialfluss
  - möglichst auf eine Etage,
  - möglichst im Erdgeschoss,
  - bei Trennung möglichst auf benachbarten Etagen (Potenzial z. B. für S- und C-Förderer),
- Bereiche mit schweren Maschinen möglichst im Erdgeschoss,
- Ein- und Ausgang der Linien möglichst nahe an den Vertikalisierungselementen
- etc.

Mit den definierten Blöcken können verschiedene Varianten skizziert werden. Wenn die Kubatur bereits mehrheitlich oder komplett gegeben ist (z. B. bereits bestehendes Gebäude, Kubatur durch städteplanerische Richtlinien vorgegeben), geht es hauptsächlich um eine optimale Verortung und Einpassung der einzelnen Bereiche, damit ein optimierter Warenfluss gewährleistet werden kann.

**Stakeholder einbeziehen**

Ist die Kubatur noch offen, empfiehlt es sich, die beauftragten Architekten in die Planung mit einzubeziehen. So können gemeinsam realistische, funktionale und prozessoptimierte Kubaturentwürfe entwickelt werden. Für den Teilnehmerkreis empfiehlt es sich, eine breite Vertretung bei möglichst kleiner

Teilnehmeranzahl sicherzustellen. Dazu gehören zum Beispiel Nutzervertreter, Fabrikplanungsverantwortlicher, Vertretung Geschäftsleitung, Vertretung Immobilien, Architekten und die etwaige Hinzuziehung einer Beratungsdienstleistung mit fachspezifischem Know-how.

**Vertikale Belastungen**

Bei der vertikalen Fabrik gilt bei der Kubaturplanung ein spezielles Augenmerk auch den vertikalen Belastungen. Bereits in einem frühen Stadion können grobe Belastungsunterschiede abgeschätzt werden. Diese Grundlage kann mitunter als Entscheidungsbasis dienen.

**Beispiel V-ZUG**

Bei demBeispiel der V-ZUG AG war ein solches kritisches Element die Verpackung der Fertigfabrikate. Im bisherigen Betrieb wurden die Produkte dezentral am Ende der Montagelinien direkt verpackt. Um den damit verbundenen Materialfluss zu reduzieren und eine Standardisierung voranzutreiben, wurde für die Neubauplanung eine zentralisierte Verpackung angedacht. Dabei konnte man bereits in einem frühen Stadium abschätzen, dass dies eine stark erhöhte Belastung auf die Vertikalisierungselemente zur Folge haben würde. Sämtliche fertig montierten Produkte müssten über ein Vertikalisierungselement an einem zentralen Ort zusammengeführt werden. Nach dem Verpackungsprozess müssten alle Produkte nochmals über ein Vertikalisierungselement zur unterirdischen Anbindung an das Hochregallager (gegebene Rahmenbedingung) transportiert werden. Dies resultiert in einer fast doppelten vertikalen Belastung mit Fertigfabrikaten im Vergleich zu einer Variante mit dezentralen Verpackungen. Eine dezentrale Variante würde hingegen eine erhöhte vertikale Belastung durch Verpackungsmaterial sowie mehrere schlecht ausgelastete und schmutzanfällige Verpackungszonen auf den jeweiligen Etagen zur Folge haben.

**Lösungsansätze vergleichen**

Am Ende werden die verschiedenen Lösungsansätze miteinander verglichen und qualitativ wie auch quantitativ (sofern möglich) bewertet. In einem Entscheidungsgremium (inkl.

 © Praxis Produktionsmanagement

Geschäftsleitung) muss dann eine Entscheidung bezüglich einer Variante getroffen werden. Diese Variante dient dann als Grundlage für das zukünftige Produktionssystem und die weitere Planung. Hier ist kein Unterschied zu einer konventionellen Fabrikplanung zu sehen.

### 2.3.1 Exkurs: Betriebliche Transformation lenken

Während der Phase des Produktionssystemdesigns zeichnet sich auch ab, dass es nicht ausreicht, nur ein neues Gebäude zu planen. Nein, es müssen auch Prozesse und betriebliche Abläufe hinterfragt und optimiert werden. Je ambitionierter die Änderungen im Produktionssystemdesign sind, desto mehr Sorgfalt muss diesem Punkt gewidmet werden. Sonst läuft die Organisation Gefahr, unzureichend vorbereitet in die neue Fabrik einziehen zu müssen.

**Produktionskonzept anpassen**

Diese betriebliche Transformation betrifft nicht nur alle in den operativen Produktherstellungsprozess involvierten Bereiche, sondern auch die Funktionen aus dem Produktentstehungsprozess inklusive dem Prozess-Engineering. Neue bzw. angepasste Produktions- und Logistikkonzepte sind erforderlich. Umso bedeutender ist es, dass diese Konzepte auf abgestimmten Prinzipien basieren.

**Beispiel V-ZUG**

*Die V-*ZUG hat dies zum Anlass genommen, das V-ZUG Produktionssystem zu überarbeiten und die entsprechenden Prinzipien und Vorgehensweisen zu visualisieren (s. Abb. 4).
Bei V-ZUG stehen wir für „Schweizer Perfektion für zuhause“. Um diesem hohen Anspruch gerecht zu werden, arbeiten wir mit aller Kraft an unseren Produkten und an uns selbst.
Mit diesem Ziel im Hinterkopf haben wir das V-ZUG Produktionssystem als Grundlage für unsere Arbeitsweise geschaffen. Es vereint unsere Vision und Werte sowie unsere Prinzipien und Vorgehensmethoden in Bezug auf Wertschöpfung bei uns in der V-ZUG.

Das V-ZUG Produktionssystem ist ein entscheidender Baustein für eine erfolgreiche Zusammenarbeit innerhalb der gesamten V-ZUG und darüber hinaus. Das Motto „Zug um *Zug gemeinsam besser“ ist das Sinnbild unserer gelebten Kultur.*

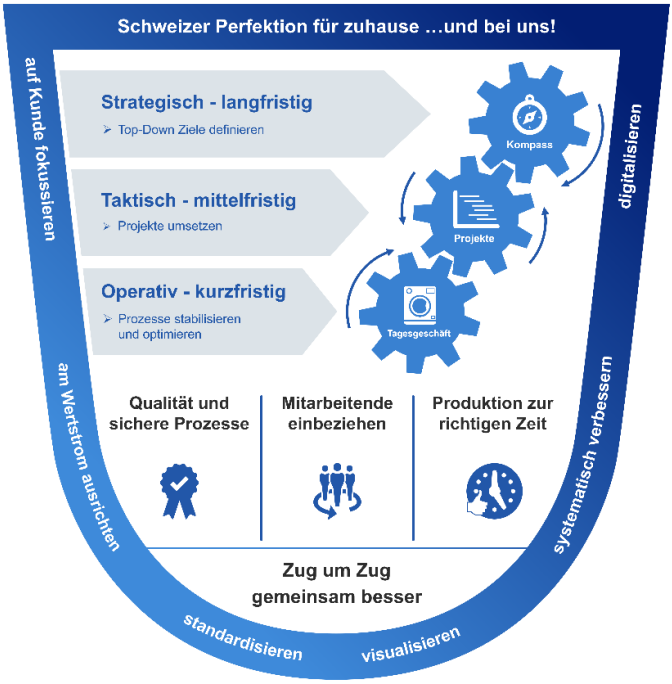


Abb. 4: V-ZUG-Produktionssystem als Anker für die betriebliche Transformation [3]

 © Praxis Produktionsmanagement

## 2.4 Phase 4: Blocklayout und Logistikkonzept

Bei der Erarbeitung des Blocklayouts und des Logistikkonzepts geht es im Wesentlichen um die Detaillierung des favorisierten Produktionssystemdesigns und der ausgewählten Kubatur. Dabei geht es dezidiert noch nicht um die Feinplanung, bei der detaillierte Ausführungszeichnungen erstellt werden. Vielmehr geht es um ein grobes Konzept mit Blocklayouts im Entwurfsstadium, auf deren Basis sich die zukünftige Logistik im Unternehmen ableiten lässt.

**Betroffene Abteilungen einbeziehen**

Dazu werden die einzelnen Abteilungen der zukünftigen Fabrik, die bereits im Rahmen der Kubaturplanung im Gebäude verortet wurden, mittels Blocklayouts der Maschinen, Anlagen, Logistikbereiche und Nebenflächen ausdetailliert. Besonders wichtig ist, dass die betroffenen Abteilungen selbst intensiv in die Entwicklung miteinbezogen werden. Die strategische Zielsetzung muss den Teilnehmenden dabei aber stets gewahr sein.

Der Workshop für die Ausarbeitung von möglichen Blocklayoutvarianten sollte entweder analog der Kubaturplanung aufgebaut werden (Ausdruck des Layoutbereichs und aller wichtigen Maschinen/Funktionsbereiche auf Papier) oder direkt digital erfolgen.

**Mit dem Optimalzustand starten**

Hilfreich ist, zu Beginn der Produktionsbereichsplanung einen von der Kubatur losgelösten „Green Field“-Optimalzustand auszulegen. Dieser kann dann in einem zweiten Schritt in die gegebene Kubatur eingepasst werden. Ebenfalls sollten vorab Ideen und Konzepte zu der Bereichslogistik und dem Aufbau des Arbeitsplatzes erarbeitet werden.

**Zentrale „Arterien“ einplanen**

Bei der vertikalen Fabrik gilt ein großes Augenmerk den Vertikalisierungselementen sowie deren Anbindung an die

jeweiligen Abteilungen. Schon von Beginn an müssen zentrale „Arterien“, die stockwerksübergreifend die Fabrik durchziehen, definiert und eingeplant werden. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass diese so verortet werden, dass eine möglichst offene und flexible Gestaltung der Produktionsfläche realisiert werden kann. Da eine Fabrik für 30 Jahre und länger genutzt werden soll, muss hier unbedingt auf Flexibilität auch für Produkte und Technologien abseits des derzeitigen Produktionsprogramms gesorgt werden.

**Produktionslinien sinnvoll einbinden**

Die Blocklayoutplanung der einzelnen Bereiche sollte dann, wie oben erwähnt, darauf Rücksicht nehmen, dass der „Anfang“ wie auch das „Ende“ der Produktionslinie in unmittelbarer Nähe zu so einer vertikalen Arterie liegt. Wenn dies nicht möglich ist, müssen entsprechende Maßnahmen geprüft werden, wie die Anbindung dennoch sichergestellt werden kann (FTS-Anbindung, automatisierte Förderung entlang der Decke, manueller Transport etc.), denn eine Verschiebung der Vertikalisierungselemente in die Produktionsfläche ist zumeist mit erheblichen Nachteilen auf anderen Etagen verbunden und folglich selten zu empfehlen.

**Transport und Handling automatisieren**

Logistik- und Lagerelemente sind ebenfalls zentrale Elemente bei der Vertikalisierung einer Fabrik, da im Handling auf mehreren Etagen der Aufwand steigt. Es ist darauf zu achten, dass der Personalaufwand nicht mit der Anzahl der Etagen proportional wächst. Automatisierte Transport- und Handlingslösungen sind geeignet, dieser Problemstellung angemessen zu begegnen.

**Beispiel V-ZUG**

Bei der Planung der V-ZUG AG wurde diesem Thema besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Es wurde bereits früh entschieden, dass ein zentrales Entkopplungslager sowie ein dezentrales Supermarktkonzept angestrebt werden soll. Dafür wurden verschiedene Ausprägungen der Automatisierung geprüft. Ziel war es, ein stufenweises

 © Praxis Produktionsmanagement

Konzept zu erarbeiten, das man über die Zeit schrittweise in Richtung vollständiger Automatisierung erweitern kann.

**Simulation zur Absicherung**

Sobald ein funktionierendes Gesamtkonzept im Team ausgearbeitet worden ist, kann eine Simulation der geplanten Prozesse in Betracht gezogen werden. Je größer und komplexer ein System ist, desto eher empfiehlt sich eine solche Simulation als Absicherung. Da die Vertikalisierung ein starker Komplexitätstreiber ist, ist eine grobe Simulation, zumindest der Logistikprozesse, immer zu empfehlen.

Bei der V-ZUG AG wurde eine solche Simulation erstellt. Mithilfe der Simulation wurden alle relevanten Intralogistik Prozesse abgebildet. Dies beinhaltet die Versorgung von der Milk-Run-Anlieferung wie auch der aus dem zentralen Hochregallager für die Langsamdreher. Weiter wurden die Vertikalisierungselemente mitberücksichtigt, die den Fokus der Simulation darstellten. Das letzte Hauptelement war der vertikale Transport von Fertigfabrikaten. Sämtliche Prozesse innerhalb der Stockwerke wurden nicht abgebildet, da diese einfacher abgeschätzt werden können. Das Hauptziel war somit die Absicherung, ob die geplanten, fix in der Gebäudestruktur integrierten Vertikalisierungselemente für die Versorgung und Rückführung von Komponenten sowie für den Transport von Fertigfabriken ausreichend ist. Bei der Simulation ist eine dynamische Simulation (z. B. Plant Simulation) zu bevorzugen, da eine statische Simulation (z. B. Excel) die Abhängigkeiten der Prozessschritte sowie die tägliche Fluktuation nur schwer darstellen kann. Mithilfe der Simulation konnten bei der V-ZUG AG die favorisierte Variante bestätigt und alternative Varianten aufgrund der fehlenden Vertikalisierungskapazität entsprechend verworfen werden. Die statische Betrachtung konnte diese Missstände nicht aufdecken.

Somit existieren nun Blocklayoutplanungen der einzelnen Bereiche, die im Plenum erarbeitet und abgestimmt wurden,

sowie ein mittels Simulation abgesichertes Logistikkonzept. Dies bildet die Grundlage für die Detailplanung.

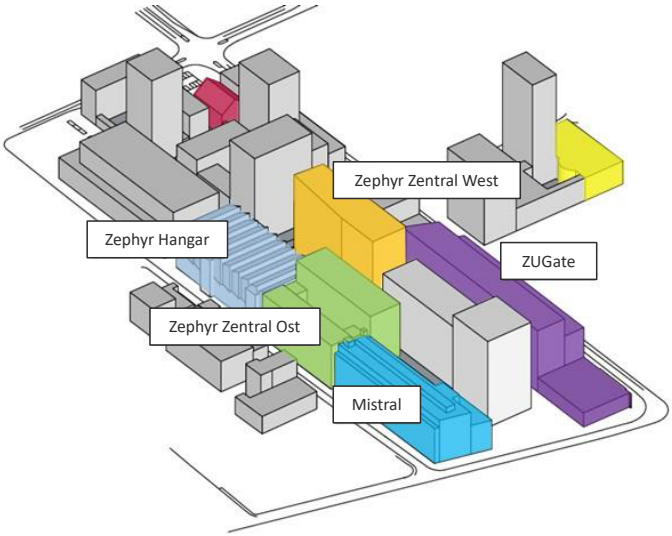


Abb. 5: Arealplanung Technologiecluster Zug (Stand 2019) [3]

## 2.5 Phase 5: Layout Detailplanung

Bei der Detailplanung geht es darum, die existierenden Blocklayouts durch detaillierte Layouts zu ersetzen und sämtliche Planungen weiter zu detaillieren. In einem ersten Schritt werden die Blöcke im Blocklayout mit den entsprechenden Maschinen/Anlagen ersetzt und zu einem funktionierenden Gesamtsystem ausgearbeitet. Dieses Detaillayout wird dann wiederum im Plenum, in dem das Blocklayout erarbeitet wurde, abgesprochen und weiter detailliert.

 © Praxis Produktionsmanagement

**Visualisieren**

In diesem Schritt der Planung ist es wichtig, entsprechende Visualisierungsmöglichkeiten zu berücksichtigen. Dem wird bei der vertikalen Fabrik eine besondere Bedeutung zugemessen, da es für die meisten Menschen schwer vorstellbar ist, wie die Realität wirklich aussehen wird.

**Virtuelle Begehung**

Moderne CAD-Programme eignen sich dafür besonders gut. Die 3D-Modelle der Maschinen/Anlagen können direkt in dem Grundriss platziert werden. Daraus kann dann mit weiteren Programmen eine umfassende dreidimensionale Visualisierung erstellt werden. Diese Visualisierung bietet die Möglichkeit der virtuellen Begehung der zukünftigen Fabrik, mit entsprechendem Equipment sogar in der virtuellen Realität. In der Theorie klingt dies sehr einfach, in der Praxis bringt es jedoch einige Herausforderungen mit sich.

**Probleme in der Praxis**

Angefangen bei den 3D-Modellen der Maschinen und Anlagen: Obwohl eine 3D-Planung bei vielen Maschinenbauern heute zum Standard gehört, gibt es noch immer von einem Großteil der Maschinen/Anlagen, die in Betrieb sind, keine entsprechenden verfügbaren Daten. Bei diesen Anlagen kann man in erster Linie mit den Lieferanten abklären, ob ggf. Daten verfügbar sind. Ansonsten muss man sich überlegen, selbst einen stark vereinfachten Dummy zu erstellen oder bei Standardmaschinen entsprechend mit Bauteilbibliotheken zu arbeiten. Wenn entsprechende Daten vom Lieferanten verfügbar sind, ist oft ein weiteres Problem, dass es sich dabei um detaillierte Modelle für die eigentliche Produktion handelt.

**Vereinfachte Modelle**

Auch hier kann im Austausch mit dem Lieferanten geprüft werden, ob vereinfachte 3D-Modelle für VR-Anwendungen verfügbar sind. Falls nicht, muss auch hier das bestehende Modell vereinfacht werden. Einige Softwareanbieter liefern hier bereits erste Lösungen, die eine solche Aufgabe semiautomatisch erledigen können. Wichtig ist, dass für zukünf-

tige Anschaffungen entsprechende Anforderungen an den Lieferanten gestellt werden. Anforderungen können zum Beispiel wie folgt aussehen:

- Abgabe im .stp-Format ausschließlich mit Volumenkörpern, ohne Meshes oder Wireframes,
- maximal 100 einzelne Objekte,
- maximal 25 Materialien,
- keine Bauteile mit Bounding-Box-Diagonalen $< 150$ mm
- etc.

**Herausforderung Software**

Eine weitere Herausforderung ist die durchgängige Software-Lösung, angefangen von der Layout-Detailplanung bis hin zur 3D-Visualisierung, die man auch ohne spezielle Softwareanforderungen interaktiv begehen kann. Dazu kommen Anforderungen bezüglich der Informationsintegration, die aus einer BIM-Planung hervorgehen. Hierbei ist es wichtig, vorher schon abzuklären, welche Möglichkeiten mit den bestehenden Software-Lösungen vorhanden sind, wenn man die Planung intern abwickeln möchte.

**Dienstleister empfehlenswert**

Da eine solche Fabrikplanung in einem konventionellen Unternehmen jedoch selten zu den Kernkompetenzen gehört, empfiehlt es sich, professionelle Unterstützung von einem entsprechenden Dienstleister einzukaufen. Dieser kann oft die gesamte Palette von der Detailplanung bis hin zur zukunftsweisenden, begehbaren Visualisierung bieten. Wichtig anzumerken ist, dass dies nicht nur das Problem der bestehenden 3D-Daten der Maschinen/Anlagen entschärft, auch ein Partner ist auf diese Informationen angewiesen.

Die 3D-Planung ermöglicht viele Vorteile in der Kommunikation und fördert das Verständnis. Sämtliche Beteiligte

 © Praxis Produktionsmanagement

können so die geplante zukünftige Fabrik auf eine spielerische Art und Weise erleben/entdecken.

**Beispiel V-ZUG**

Im Rahmen der Fabrikplanung bei der V-ZUG AG wurde eine detaillierte 3D-Visualisierung der produktionsrelevanten Stockwerke erstellt. Die Visualisierung wurde in einem Programm umgesetzt, mit dem jeder, auch ohne CAD-Software, die zukünftige Fabrik auf seinem eigenen Laptop im Detail entdecken kann (s. Abb. 6). In einem Geschäftsleitungsmeeting konnte beobachtet werden, dass dies auf großes Interesse stieß und das Tool aktiv genutzt wurde.

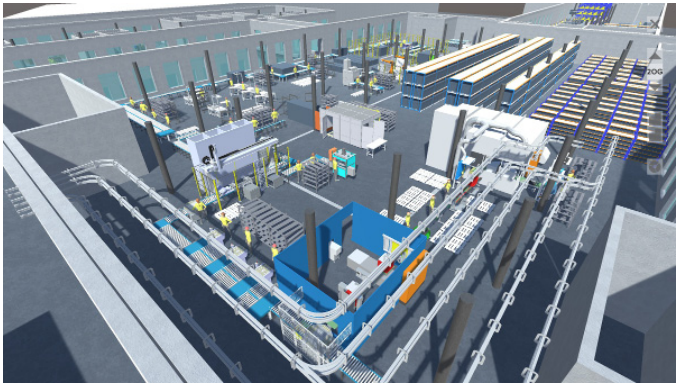

Abb. 6: 3D-Modell der Fertigungseinrichtung der V-ZUG [3]

**Abstimmungstreffen**

Für den gesamten Prozess der Detailplanung ist eine enge Zusammenarbeit mit den beauftragten Architekten und Bauplanern unabdingbar. Es sollten regelmäßige Treffen (2–4-mal pro Monat) erfolgen, um die Fortschritte in der Layoutplanung seitens der Architekten und die Einpassplanung der Anlagen seitens der Fabrikplanung aufeinander abzustimmen.

Mögliche Themen die dabei besprochen werden können/müssen sind:

- Säulenraster,
- Deckenhöhen,
- Bodenbelastungen,
- Einbringöffnungen,
- Gebäudetechnik,
- Raumaufteilung,
- Anbindungen zwischen verschiedenen Gebäuden,
- kleinere Kubatur-Anpassungen,
- detaillierte Dimensionierung der Vertikalisierungselemente
- etc.

**Zielgerichtete Planung**

Das Ziel sollte sein, dass das zukünftige Gebäude den Anforderungen der Produktion entspricht und dass die Planung selbst nicht in entgegengesetzte Richtungen erfolgt. Dadurch wird auch eine flächenmaximierte Planung unterstützt. Ebenso sollten potenzielle Lieferanten zu einem möglichst frühen Zeitpunkt mit in die Planung einbezogen werden. Dabei geht es hauptsächlich um die Dimensionierung von Elementen, die einen Einfluss auf die Gebäudestruktur haben. Einige Beispiele dazu:

- **Vertikalisierungselemente:**
  Dimensionen von potenziellen Hebersystemen abklären
- **Lagerelemente:**
  Dimensionen von potenziellen AKL und Hochregallagersystemen abklären
- **Logistiksysteme:**
  Falls der Einsatz von speziellen Systemen geplant ist, kann

 © Praxis Produktionsmanagement

dies Einfluss auf die Gebäudestruktur haben, z. B. ein Shuttle-System, das die Förderung unter der Decke vorsieht. Entsprechende Deckenhöhen und Belastungen müssen in der Planung berücksichtigt werden.

**Verschiedene Optionen prüfen**

Bei allen Themen ist es wichtig, verschiedene Optionen zu prüfen und zu berücksichtigen, damit man sich nicht bereits in der Planungsphase auf einen Lieferanten festlegt und sich somit in der Ausführung stark einschränkt.

**Notwendige Voraussetzung BIM**

Die Detailplanung kann als abgeschlossen betrachtet werden, wenn sämtliche Verortungen klar sind und die Bauplanung abgeschlossen ist. Wenn immer möglich, sollte in der heutigen Zeit mit BIM gearbeitet werden. Dies ermöglicht, Informationen und visuelle Daten in einem File zu vereinen, was sämtliche nachfolgende Schritte der Ausführung sowie auch des Betriebs vereinfachen kann. Das BIM-Modell sollte die Grundlage für einen digitalen Zwilling der Fabrik bilden.

**Exkurs bezüglich der Umsetzungsplanung**

**Berücksichtigung der Umsetzung**

Wenn immer es sich um eine Planung eines Ersatzneubaus auf bestehenden Flächen handelt, ist das Thema Umsetzungsplanung frühzeitig mit zu berücksichtigen. Für die meisten Betriebe gilt: Eine noch so optimierte Neubauplanung bringt keinen Nutzen, wenn sie nicht bei laufendem Betrieb mit minimalsten Unterbrechungen umgesetzt werden kann. Die Inbetriebnahme, speziell auch bei mehreren Gebäuden, sollte in von der Organisation tragbare Phasen unterteilt werden. Für jede Phase kann dann eine Verortungsplanung erstellt werden, um sicherzustellen, dass kein Bereich vergessen wird und man schlussendlich eine Lösung unter Druck kreieren muss.

**Beispiel V-ZUG**

Bei dem Beispiel V-ZUG AG musste der Rochadeplanung ein spezielles Augenmerk geschenkt werden. Bei der Planung handelt es sich um einen Perimeter mit mehr als vier Gebäuden, in dem Schritt für Schritt einzelne Teile/ganze Gebäude rückgebaut werden, damit die neu geplanten Gebäude gebaut werden können. Für alle Bereiche muss somit sichergestellt werden, dass für die Zwischenzeit eine temporäre Rochade ermöglicht wird oder dass die geplante Ablösung von Technologien möglichst frühzeitig realisiert werden kann. Bei der V-ZUG AG wurde die Planung anhand der Layouts vorgenommen, wobei jede Veränderung entsprechend im Layout vermerkt wurde.

**Quellen**

[1] UNITY AG, Berlin

[2] Warnecke, J.; Wiendahl, H.-P.: Fabrikplanung in Produktion und Management 3: Gestaltung von Produktionssystemen, Hrg. Walter Eversheim, Günther Schuh, S. 9–11 oder VDI-Norm 5200

[3] V-ZUG AG, Zug

 © Praxis Produktionsmanagement