

## Produktionsautomation und Bauwerksgestaltung

*Karl-Heinz Lander*

Die Absicht, zum Thema „Produktionsautomation und Bauwerksgestaltung“ zu sprechen, begründet sich darauf,

- daß die Fabrik der Zukunft – so die Aussagen der kompetenten Fachleute – eine automatisierte Fabrik sein wird und sich der Übergang von der mechanisierten zur automatisierten Produktion schrittweise in den nächsten 15 bis 20 Jahren vollzieht, wir also mit dieser Bauaufgabe laufend konfrontiert werden und
- daß aber mit der automatisierten Fabrik vielfach spektakuläre architektonische Formvorstellungen verbunden sind, worin sich verdeutlicht, daß die Forderungen aus den automatisierten Produktionsprozessen als Voraussetzung für eine sozialökonomische Bauwerksgestaltung nur unvollkommen vorliegen.

Meine Mitarbeiter und ich versuchen deshalb schon seit einigen Jahren, durch wissenschaftliche Untersuchungen und breit angelegte Literaturlauswertungen Erkenntnisse zusammenzutragen, um eine elementare Basis für den architektonischen Entwurf von automatisierten Produktionsstätten herauszuarbeiten.

Unsere Arbeitsresultate haben wir zu „architektonischen Gestaltungsgrundsätzen für automatisierte Fabriken“ verdichtet, die der Gegenstand meiner weiteren Ausführungen sein sollen.

Um Forderungen aus der Produktionsautomation an die Bauwerksgestaltung ableiten zu können, macht es sich notwendig, kurz auf einige charakteristische Merkmale der Automation einzugehen:

- Ohne Zweifel ist die Verkettung aller Produktionsmittel zu einem „Produktionsorganismus“, der mit Hilfe von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen durch den „Menschen“ gesteuert und geregelt wird, das primäre Merkmal.
- Ein zweites typisches Merkmal ist der Sachverhalt, daß die Funktionsfähigkeit des Produktionsorganismus die reibungslose Ver- und Entsorgung seiner Elemente mit einer Vielzahl von Medien sowie mit einem optimalen Raumlufzustand und eine ständige Wartung sowie Kontrolle wiederum durch den Menschen erfordert.

- Ein drittes charakteristisches Merkmal ist der hohe Anlagenwert des Produktionsorganismus! Eine Erzeugnisherstellung rund um die Uhr bei einem Minimum von Stillstandszeiten durch Wartungs-, Reparatur- und Innovationsarbeiten wird folglich zur ökonomischen Notwendigkeit.
- Und ein viertes Merkmal: Der Produktionsorganismus hat nur einen Bestand von etwa 3 bis 9 Jahren, bedingt durch die zeitlichen Grenzen der Produktherstellung und neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Technik. Konflikte zwischen den Strukturen der Bauwerke, die bekanntlich Standzeiten von 50 bis 100 Jahren aufweisen, müssen deshalb vermieden werden, da es sich keine Gesellschaft leisten kann, Industriegebäude 10- bis 15mal umzubauen.

Eine auf die Produktivkraftentwicklung ausgerichtete Strukturierung der Produktionsbauwerke wird deshalb zur grundlegenden Aufgabe des Industriebaus.

Automatisierte Prozesse bedürfen aber in der Regel Entwicklungs- und Erstellungszeiten von 6–8 Jahren. Die Bauwerksrealisierung hingegen benötigt etwa die Hälfte bis  $\frac{1}{3}$  dieser Zeiträume. Der Bauentwurf muß deshalb zukünftig auf *Annahmen* aus erfolgten Analysen – gesammelten Erfahrungen – sowie erkannten Tendenzen durchgeführt werden, d. h., die Produktionstechnologien werden für uns *Gesprächspartner*, aber keine Zulieferer von spezifischen *Vorgaben* sein.

Mag manchem bei einer solchen Arbeitsweise unwohl werden, sie ist aber vertretbar, wenn man bedenkt, daß bei einer automatisierten Fabrik der *Baupreis* die *Produktionskosten* nur etwa mit 2% belastet, d. h., *nicht billige, sondern langzeitige optimale Bauwerke* müssen das Ziel sein.

Aus diesen, der Produktionsautomation immanenten Merkmalen, verehrte Anwesende, leiten sich folgende elementare Forderungen an die Gestaltung der sie umgebenden Bauwerke ab.

**1. Forderung** – Eine freizügige Einordnung des vielfach sperrigen Produktionsorganismus in die Produktionsgebäude unter Berücksichtigung seiner Umstellung und Erweiterung muß aus heutiger und zukünftiger Sicht gewährleistet sein. – Das bedingt großflächige, durch Baukonstruktionen möglichst wenig eingeschränkte Räume, ohne feste Einbauten, die zu einer Raumfolge verdoppelbar sind. Für sie haben sich von Baukonstruktionen freie Felder (Raster) von etwa 200m<sup>2</sup> bewährt. Aufgrund der zum Einsatz kommenden kompakten Technik ist eine Fußbodenbelastbarkeit in den Großräumen von 15–30KN/m<sup>2</sup> – mit Tendenzen zum höheren Wert hin – zu sichern. Die Nebenfunktionen, wie z. B. Steuer- und Regelzentralen, soziale Einrichtungen, technische Räume usw., sind am Rand der Großräume in dafür ausgewiesenen Zonen anzuordnen.

**2. Forderung** – Die Einrichtungen sowie Leitungstrassen für die Ver- und Entsorgung des Produktionsorganismus mit Medien und die Wege für das Kontroll- bzw. Wartungspersonal sind so anzuordnen, daß Überschneidungen mit den Abläufen aus dem Produktionsprozeß vermieden werden.

Da die Fußbodenebene durch die Produktionsmaschinen, die in die Produktion integrierten Transportsysteme und die Lagereinrichtungen belegt ist – der Bereich des oberen Raumabschlusses durch Beleuchtungskörper, Lüftungskaräle, Brandschutzeinrichtungen sowie Instandhaltungsanlagen gleichfalls ausgelastet ist –, sind die *Orte* für die technischen Ver- und Entsorgungseinrichtungen sowie die *Trassen* für die Installationsführungen unter der Fußbodenebene vorzusehen. Mit einer solchen Lösung wird im weiteren eine Frischluftzufuhr von unten her in die Großräume ermöglicht, die aus wirtschaftlichen Gründen anzustreben ist, da bei automatisierten Prozessen die Wärmelast einen Wert von 100–300 Watt/m<sup>2</sup> erreichen kann. Für das Produktionspersonal ist ein eigenes Wegesystem auf Galerien bzw. abgegrenzt auf den jeweiligen Nutzungsebenen auszuweisen.

**3. Forderung** – Die Wartungs- und Reparaturarbeiten sowie die Prozeßinnovation müssen mit hohem Tempo und geringem körperlichem Aufwand durchführbar sein. – Das bedingt das Vorhandensein bzw. Einsatzmöglichkeiten von entsprechenden Hub- und Transporteinrichtungen. Fest eingebaute Krane oder Bewegungsflächen für flurgängige Hebezeuge sind deshalb vorzusehen.

**4. Forderung** – Auch die automatisierte Fabrik bedarf der Handlungen von Menschen. Die Beschäftigten sind zwar nicht mehr unmittelbar an der Erzeugnisherstellung beteiligt, die von ihnen ausgeführten Tätigkeiten, wie Einrichte-, Wartungs- und Repa-

raturarbeiten im Produktionsraum sowie Kontroll-, Steuer- und Regelungsarbeiten in den Leitständen bedingen eine komplex gestaltete Arbeitsumwelt, die von der Qualität her dem technischen Niveau der Produktionsautomation, aus sozial-ökonomischen sowie physiologischen und psychologischen Aspekten entsprechen muß.

**5. Forderung** – Der Standort für eine automatisierte Fabrik muß optimale Bedingungen für die Erzeugnisherstellung und für die betriebliche Entwicklung aufweisen. Voraussetzung dafür ist ein hoher Grad der Übereinstimmung zwischen betrieblichen Forderungen an die Standorteigenschaften und den im Territorium real vorhandenen infrastrukturell-räumlichen Bedingungen. Dabei muß eine hohe Komplexität und eine langzeitige Stabilität erreicht werden, d. h., es ist darauf zu achten, daß die betriebliche und territoriale Entwicklung kongruent verlaufen. – Bei Stadtinnovationen, Betriebsrekonstruktionen und Fabrikneuanordnungen ist diese Abhängigkeit zu beachten, da speziell der Energiebedarf bei automatisierten Produktionsstätten grundlegend ansteigt.

Im 2. Abschnitt soll gezeigt werden, wie die dargestellten funktionell-technologischen Forderungen in den Bauwerken verwirklicht werden können.

Wenn man von der Aufstellung der Technologien im Freien absieht, wie das bekanntlich in der chemischen Industrie in breitem Umfange praktiziert wird, lassen sich die Bedingungen der Produktionsautomation nur

in *flexiblen*, d. h., auf die Breiten- und Langzeitnutzung ausgelegten Bauwerken realisieren.

Der Flexibilitätsanspruch in den Bauwerken ist zu erfüllen:

- durch *skelettförmige Tragwerke*, die ein Minimum an Nutzungseinschränkungen mit sich bringen,
- durch *Tragwerkstraster* in der Spanne von 6m×12m bis 12m×24m bei einem Optimum von 12m×12m und 12m×18m, welche die effektive Organisation des Produktionsflusses garantieren,
- durch *Raumhöhen* von 6,0m bis 9,6m, die einen Überkopfttransport ermöglichen,
- durch *Fußbodennutzlasten* von 30KN/m<sup>2</sup>, welche alle Produktions- und Transportvorgänge berücksichtigen,
- durch Großräume, die eine freizügige Maschinenanordnung sichern und über technische Ver- und Entsorgungs- sowie Kommunikationskorridore (*Spine-Konzept*) zu einer *kompakten Anlage* verkettbar sind,
- durch *Installationsuntergeschosse*, in welche Trassen für die Installationsführung und Einrichtungen für die technische Ver- und Entsorgung sowie Aufbereitung ihren Standort finden,
- durch den *Einbau von Brückenkränen, Portalkränen bzw. Halbportalkränen* zur rationellen Abwicklung von Reparatur- bzw. Beschickungsvorgängen, da der Platzbedarf flurgängiger Transportmittel zu Lasten der Nutzfläche geht,
- durch *Anpaßbarkeit* des Ausbaues an die sich verändernden Fertigungsbedingungen über den Austausch der ingenieurtechnischen und ausbautechnischen Elemente und
- durch horizontale und zunehmend auch vertikale *Erweiterbarkeit* der Bauwerke aufgrund der Produktionsentwicklung.

Flexible Bauwerke können *ein- oder mehrgeschossig* sein und in Stahl- sowie Stahlbetonkonstruktionen realisiert werden.

In den dichtbesiedelten Industriestaaten erlangen in Zusammenhang mit Betriebsinnovation und dem damit verbundenen innerbetrieblichen Bauen *Geschoßbauten* zunehmend an Bedeutung. Als besonders effektiv haben sich zweigeschossige Bauten herausgestellt, da sie eine gute Ausnutzung des Baugeländes garantieren und kurze Wege zu den einzelnen Fertigungsabschnitten ermöglichen.

Bei der Strukturierung der flexiblen Produktionsbauten ist dem Einfluß der technischen Infrastrukturen besondere Beachtung zu schenken. Ihre Führung und Dimensionierung hat auf der Basis des betrieblichen *Endausbaues* zu erfolgen. – Etappen zur Realisierung des Endausbaues, die identisch sind mit Abschnitten der Betriebsentwicklung, sind festzulegen. – Das gilt besonders für die Auslegung der Korridore als Koppellemente zwischen den Produktionsgebäuden, aber auch für die Installationsuntergeschosse. Nachträgliche Veränderungen sind immer mit hohen Aufwendungen verbunden und deshalb sehr teuer, so daß hier geübte Sparsamkeit einer Fehlentscheidung gleichkommt.

Nach der Fixierung der für die Produktionsautomation notwendigen Bauwerksstrukturen möchte ich zum letzten auf das Er-

scheinungsbild der automatisierten Fabrik zu sprechen kommen. Der Begriff Automation löst bei vielen Menschen Vorstellungen zur *Präzision* sowie zur *Kontinuität in der Fertigung* und zum *Neuheitsgrad* sowie zur *Qualität des Erzeugnisses* aus. – Sie erwarten, daß sich der Produktionsfortschritt auch in einer entsprechenden *äußeren* und *inneren* Erscheinung der Produktionsstätte und der einzelnen Produktionsgebäude widerspiegelt!

Über die *Bauwerkerscheinung* müssen folglich *Eindrücke* vermittelt werden, welche die existierenden menschlichen Vorstellungen bestätigen bzw. neue auslösen.

Eine ganz bewußte Einflußnahme auf den Menschen durch die Gestaltung nach einer definierten Zielstellung ist folglich zu sichern.

Unser Ziel ist es, im Gebauten *Inhalt-Form-Einheiten* herauszubilden, d. h., typische inhaltliche *Merkmale* unter Berücksichtigung statischer und ästhetischer Gesetzmäßigkeiten in unverwechselbare Bauformen umzusetzen. – Um im Bauwerksäußeren den Apparatecharakter und die Dimensionen der Automation zum Ausdruck zu bringen, sind die aus der Bestimmung der Raumstruktur hervorgegangenen geometrischen *Grundformen* mit karosserieartigen Umhüllungen, die formgestalterische Qualität besitzen müssen, zu verkleiden und mit technischen Elementen wie Lüftungsrohren, im Freien aufstellbaren Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Fluchttreppen usw. nach formal-ästhetischen Aspekten zu kombinieren.

Auf dieser Grundlage, eine entsprechende Farbgebung vorausgesetzt, können sehr eindrucksvolle Produktionsstätten entstehen, die verbunden mit einer sozial wirksamen Freiraumgestaltung als Prototyp für die Fabrik des 21. Jahrhunderts gelten können.

Nicht eine überzogene „*Technikdarstellung*“ ist der Gestaltung der automatisierten Fabrik zugrunde zu legen, sondern die *Fortschritts widerspiegelung* im *Kontext zur Umgebung* unter Beachtung der gesellschaftlichen Prämissen zur *Umweltgestaltung*.

Bei der *Raumgestaltung* ist von dem Fakt auszugehen, daß die *sinnlich-nervale Belastung* der Menschen in der automatisierten Fabrik durch das *investierte* und von ihnen zu *verantwortende Anlagevermögen*, aber auch durch die *Tätigkeit selbst*, hoch ist. Eine objektspezifische Innengestaltung ist deshalb zwingend.

Die *Fertigungsabschnitte* und die *Leistände*, in denen sich hauptsächlich die menschlichen Tätigkeiten vollziehen, sind mit *Mitteln des Ausbaues*, der *Farbgebung*, der *Beleuchtung* und der *Informationsgrafik* für die Beschäftigten *überschaubar* und somit *komplex* erfaßbar zu machen.

Weiterhin sind *individuell gestaltete Räume* (möglichst mit Tagesbelichtung) in Nähe der Tätigkeitsbereiche vorzusehen, um der *Kontaktverarmung* zwischen den Menschen, die in den automatisierten Fertigungsstätten auftreten kann, durch einen „Treffpunkt“ entgegenzuwirken und um einen Ort für die ständige Qualifizierung der Anlagenfahrer zu besitzen.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Die Darstellungen zur architektonischen Gestaltung der automatisierten Fabrik verdeutlichen: Es wird keine revolutionären Veränderungen in der Struktur der Industriebauten geben.

Sie verdeutlichen aber auch, daß flexible Industriegebäude eine Schlüsselstellung einnehmen, daß der *Kompaktierungs-* sowie *Ausbaugrad* im Gebauten einen Anstieg erfährt und daß die *komplexe Arbeitsumweltgestaltung* ein sozialer Anspruch ist.

Da sich die Automatisierung der Produktion vorzugsweise in vorhandenen Produktionsstätten vollziehen wird, müssen die architektonischen Gestaltungsprinzipien dort über die Bauwerksrekonstruktion bzw. über den Ersatzneubau realisiert werden. Mit Sicherheit keine leichte Aufgabe.

Eine automatisierte Fabrik zu realisieren, muß deshalb für jeden Architekten eine Herausforderung sein, sich im Kampf um das Neue zu beweisen und so einen sozial wirksamen Beitrag zur Produktion im nächsten Jahrhundert zu leisten.