

A man in a blue polo shirt and blue nitrile gloves is inspecting a large, complex metal turbine component. He is holding a flashlight in his right hand, which is illuminating the component and his face. The background is a red wall with some panels. The overall lighting is a mix of red and blue.

**RWTHAACHEN  
UNIVERSITY**

# **RWTH THEMEN**

**Forschungsmagazin**

**Ausgabe 1/2016**

Production Engineering

# Visionen für die Fabrik der Zukunft

Studierende entwickeln zukunftsweisende, interdisziplinäre Gebäudekonzepte

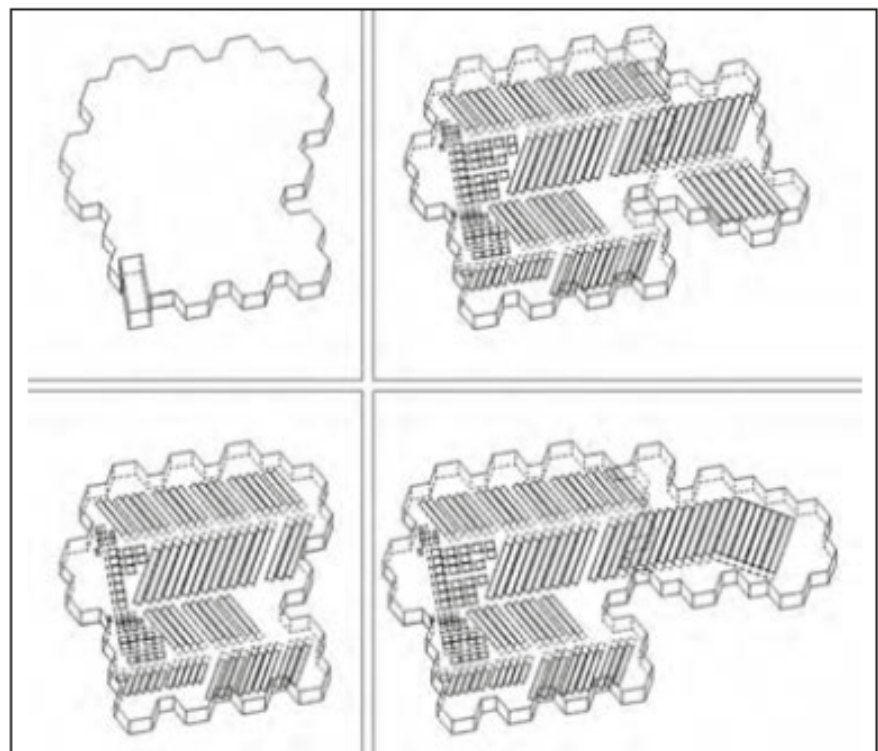


Bild 1: Ein hexagonales Grundmodul ermöglicht eine kleinteilige und individuelle Erweiterung in sechs Richtungen.  
Quelle: G. Volpicelli, A. Steffens, 2014

Der Industriestandort Deutschland steht vor tiefgreifenden Veränderungen, die zu neuen Herausforderungen bei der Konzeption, Planung und Realisierung von Fabriken führen. Diese Aufgaben sind so komplex und weitreichend, dass eine monodisziplinäre Bearbeitung keine hinreichenden Lösungen hervorbringen kann. Deshalb arbeiten Wissenschaftler und Studierende der RWTH Aachen in interdisziplinären Teams aus Architekten, Bauingenieuren, Produktions- und Energietechnikern gemeinsam an der Entwicklung der Fabrik der Zukunft.

Die künftigen Veränderungen der industriellen Produktion in Deutschland werden maßgeblich von zwei starken Trends beeinflusst: der Industrie 4.0 und der Urbanisierung. Das von der Bundesregierung initiierte Zukunftsprojekt Industrie 4.0 soll vor allem die Wettbewerbsfähigkeit des Hochlohnstandortes Deutschland durch die Informatisierung und Digitalisierung der industriellen Produktion sichern. Die Smart Factory ist das zentrale Konzept dieser Zukunftsstrategie. Sie ist eine selbstorganisierende, intelligente Fabrik, in der Maschinen, Produkte und Dienste miteinander in Echtzeit kommunizieren. Sie zeichnet sich durch eine hohe Wandlungsfähigkeit und

Flexibilität, einen effizienten Ressourceneinsatz, ergonomische Arbeitsumgebungen und eine starke Integration von Kunden in den Produktionsprozess aus. Wenngleich der Mensch im Mittelpunkt der Fabrik der Zukunft steht, spielen Industrieroboter in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle, da sie durch ihre Flexibilität, Präzision und Schnelligkeit in der Lage sind, den zukünftigen Produktionsanforderungen gerecht zu werden. Zugleich unterstützen sie den Fabrikarbeiter optimal in seiner Arbeit.

## Die Fabrik zieht in die Stadt

Doch nicht nur das Fabrikgebäude selbst, auch der Standort der Fabrik wird sich im Kontext der zunehmenden Urbanisierung Deutschlands wandeln. Bereits heute leben 74,6 Prozent aller Einwohner Deutschlands in Städten – Tendenz steigend. Die Nähe zu Endkonsumenten und hochqualifizierten Arbeitnehmern macht eine städtische oder stadtnahe Produktion für Industrieunternehmen attraktiv. Zunehmend siedeln sich Fabriken wieder in Städten an.

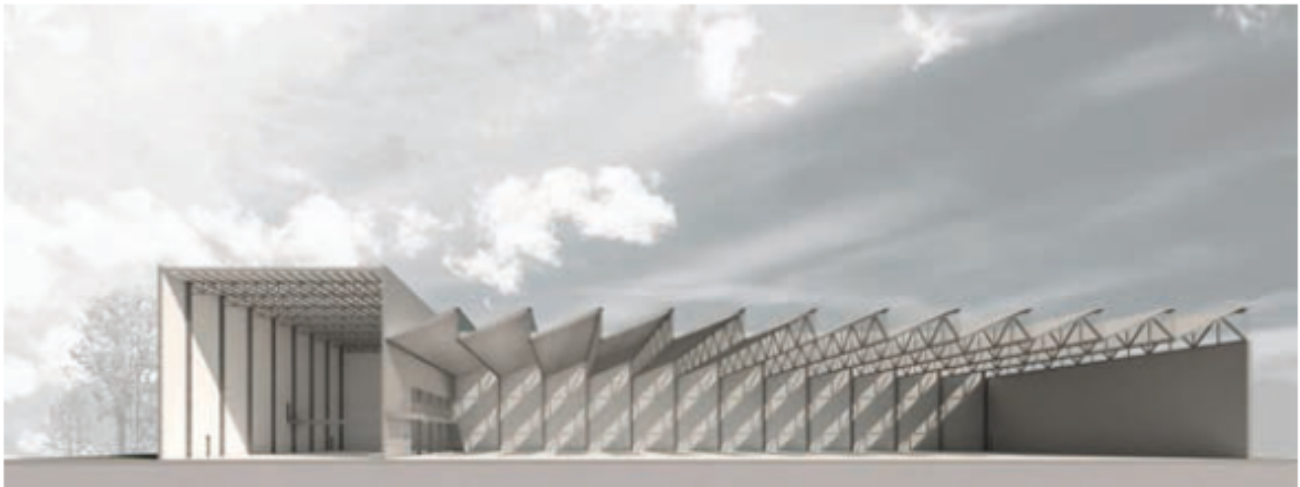


Bild 2: Anordnung von Oberlichtern in der Dachebene zur natürlichen Belichtung des Innenraums und als Träger von geneigten Solarpaneelen.  
Quelle: A. Willam, M. Fernandez, 2015

Industrie 4.0 und die zunehmende Urbanisierung werden die Arbeitswelt sowie das Bild der Fabrik in Zukunft maßgeblich verändern. In diesem dynamischen Umfeld bedarf es innovativer, ganzheitlicher Fabrikkonzepte, die konsequent interdisziplinär geplant und integriert bearbeitet werden. Insbesondere die kohärente Abstimmung von Produktionsanlagen und baulichen Strukturen zur optimalen Ausnutzung der vorhandenen Ressourcen, sowie die Prognose zukünftiger Wandlungsbedarfe von Produktionsstätten lassen sich ausschließlich im interdisziplinären Dialog zielführend entwickeln.

An der RWTH wird dieser Austausch seit 2013 im Rahmen einer gemeinsamen Lehrveranstaltung gepflegt und fortlaufend erweitert. Hieran sind der Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, der Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement, der Lehrstuhl für Produktionssystematik des Werkzeugmaschinenlabors WZL und das Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate vom E.ON Energy Research Center beteiligt. Unter möglichst realitätsnahen Planungsbedingungen, zum Teil anhand konkreter Bauprojekte und in Zusammenarbeit mit Industriepartnern, entwickeln die studentischen Projektteams im Laufe eines Semesters Konzepte für Industriebauten, die die Aspekte der Industrie 4.0 sowie der urbanen Produktion aufgreifen. Ein Fokus liegt dabei auf baulichen Strategien für den Mittelstand, da hier bisher konkrete Handlungsanweisungen zur Umsetzung zukunftsfähiger Fabrikstrukturen und Beispielarchitekturen fehlen. Der Einsatz von BIM – Building Information Modeling – im Pla-

nungsprozess ermöglicht die Zusammenarbeit aller Disziplinen in einem ganzheitlichen, digitalen Gebäudemodell und stellt daher eine vielversprechende Plattform für interdisziplinäre Planungsprojekte dar. Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden BIM-Strategien genutzt, um relevante Daten aller beteiligten Planer im digitalen Gebäudemodell, der virtuellen Fabrik, zu speichern und miteinander zu verknüpfen. So werden Redundanzen vermieden und Kollisionspunkte frühzeitig sichtbar gemacht.

#### Die Fabrik passt sich an

Die Wandlungsfähigkeit von Fabrikgebäuden ist infolge der immer schneller werdenden Produktionszyklen ein wichtiger Indikator für die langfristige Nutzbarkeit von Produktionsstätten. Bauliche Komponenten wie das Tragwerk oder die Gebäudehülle haben signifikant längere Nutzungsdauern als die Produktionsanlagen im Innern einer Fabrik. Sie müssen daher in der Lage sein, sich an ständig neue Produktionslayouts anzupassen, um die langfristige Nutzung einer Fabrik zu ermöglichen. Da mit einer hohen Wandlungsfähigkeit oftmals auch hohe Kosten verbunden sind, liegt der Fokus beim Entwurf von Fabrikgebäuden auf einer bedarfsgerechten Wandlungsfähigkeit, die bauliche Veränderungen in einem realistischen Ausmaß ermöglichen und dabei möglichst keine Produktionsstopps verursachen soll. Additiv erweiterbare Tragstrukturen und modular aufgebaute Hüllsysteme ermöglichen eine bauliche Erweiterung mit geringem Aufwand sowie Störpotenzial. Und sie schaffen bei entsprechender Planung

auch die Voraussetzungen für eine unabhängige Erweiterung unterschiedlicher Produktionsbereiche.

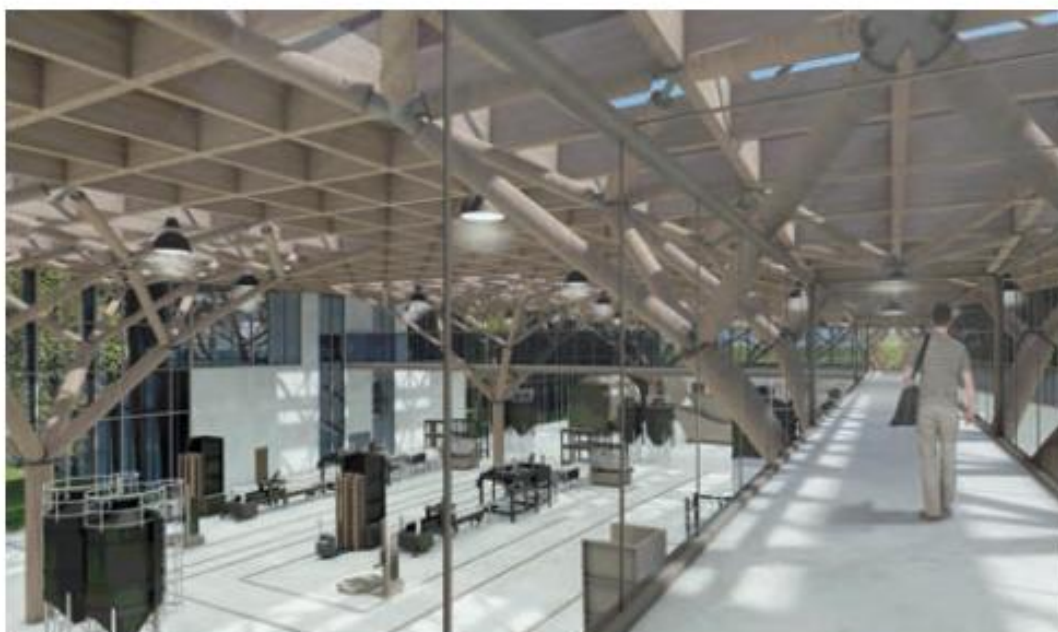
Ein effizienter Ressourceneinsatz beim Bau und Betrieb von Fabrikgebäuden ist vor dem Hintergrund der Ressourcenknappheit von großer Bedeutung. Auf baulicher Ebene können durch eine Vielzahl an Parametern entlang aller Phasen der Fabrikplanung Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz getroffen werden. Dazu gehören neben einer effizienten Ausrichtung des Fabrikgebäudes zur Nutzung von Solarenergie und Optimierung der natürlichen Beleuchtung auch die Grundrissgestaltung und die Wahl der Bauweise und des Hüllmaterials sowie der gebäudetechnischen Anlagen.

In der Fabrik der Zukunft steht der Mensch als hochqualifizierter Träger von Fachwissen und zentraler Entscheider im Mittelpunkt der Betrachtung. Während die physische Beanspruchung des Fabrikarbeiters weiter sinken wird, werden die kognitive und organisatorische Anstrengung steigen. Diese neue Rolle des Fabrikarbeiters muss in ergonomischen, innovations- und kommunikationsfördernden Arbeitsumgebungen eine bauliche Entsprechung finden. Eine optimale Lösung: Zentral angeordnete Arbeitsbereiche in direkter Nähe zum Produktionsprozess, die gleichzeitig den Anforderungen an Lärmschutz und Beleuchtung genügen. Sie sollen ebenso ein angenehmes Raum- und Mikroklima bereitstellen und formelle sowie informelle Kommunikation fördern. Gleichzeitig soll das Fabriklayout flexibel bleiben. Die Anordnung von Zonen, die den Außenraum wie etwa begrünte Innerhöfe

Bild 3: Zentraler Arbeitsbereich flankiert von zwei Innenhöfen als Entscheidungs- und Steuerzentrale der Fabrik.  
Quelle: L. Wieloch, 2014



Bild 4: Vertikale Trennung von Produktion und Besucherebene mit Hilfe einer verglasten Galerie.  
Quelle: L. Wieloch, 2014



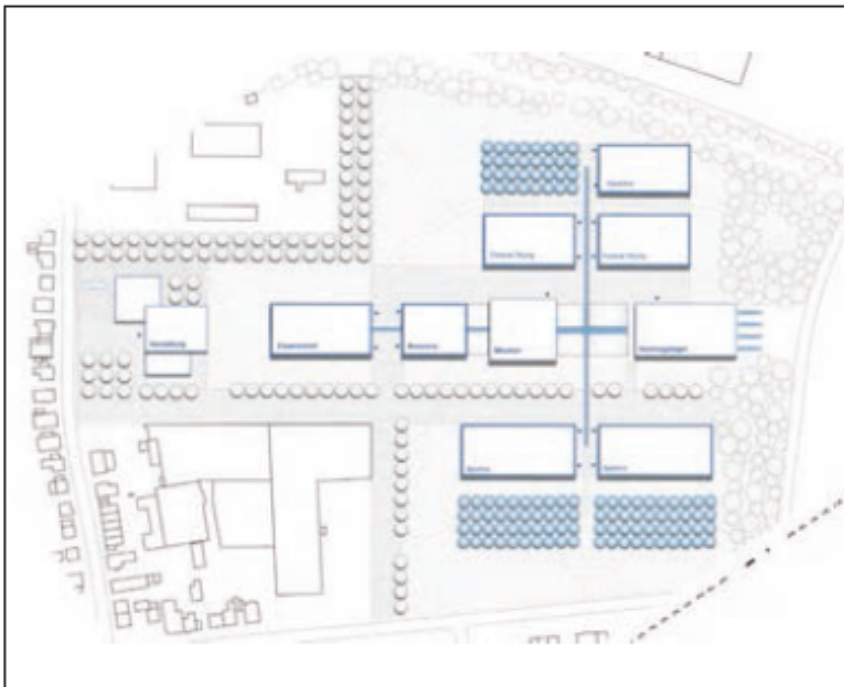


Bild 5: Fabrik-Campus mit öffentlicher Parkfläche.  
Quelle: M. Ebberts, M. Modes, 2013

einbeziehen, können in kompakten, großvolumigen Fabrikstrukturen Arbeitsbereiche schaffen, die diesen Anforderungen entsprechen.

#### Der Kunde kommt in die Fabrik

Eine Öffnung der Fabrik für Kunden und Geschäftspartner ist im Zusammenhang mit Industrie 4.0-Prozessen von großer Bedeutung für die kontinuierliche Weiterentwicklung von Produkten und Produktionsprozessen. Die bauliche Herausforderung besteht darin, die Abläufe möglichst transparent zu gestalten, ohne dabei die Produktionsprozesse zu beeinträchtigen oder Besucher zu gefährden. Durch eine vertikale Trennung von Shopfloor und Laufwegen mit Hilfe von verglasten Galerien oder einer Wegeführung über spezielle Besucherstege werden diese entgegengesetzten Interessen optimal miteinander verknüpft.

Die Integration von Produktionsstätten in kleinteilige, städtische Strukturen als Folge der zunehmenden Urbanisierung erfordert neuartige Implementierungsstrategien, um ein Nebeneinander von Wohnen und Produktion zu ermöglichen. Dies wird beispielsweise möglich, wenn einzelne Unternehmens- und Produktionsbereiche in einem so genannten Fabrik-Campus räumlich getrennt werden. In einer Campus-Struktur können große Bauvolumen aufgeteilt und so entstehende

Freiflächen für Anwohner nutzbar gemacht werden. Ist eine bauliche Trennung nicht möglich, lässt sich das Bauvolumen durch Versprünge in der Dachlandschaft oder der Fassade optisch verkleinern. So passt sie sich an die umgebende Bebauung an.

Die räumliche Nähe zum Kunden in städtischen Fabrikstandorten kann das Fabrikgebäude zum Werbeträger machen. Im Rahmen von Corporate Architecture Strategien wird das Fabrikgebäude dabei so gestaltet, dass es als Landmarke wirkt, die die Werte des Unternehmens widerspiegelt oder auf die produzierten Produkte verweist. Eine präzise durchdachte Corporate Architecture kann die emotionale Bindung von Kunden und Mitarbeitern an das Unternehmen signifikant erhöhen.

Die Fabrik der Zukunft als ausgesprochen komplexes Planungsobjekt kann aufgrund der vielschichtigen Einflüsse und Wechselwirkungen nur im interdisziplinären Kontext geplant werden. Diese interdisziplinäre Zusammenarbeit erfordert neuartige Denk- und Arbeitsformen, die idealerweise schon während des Studiums erlernt werden. Fachübergreifende Lehrangebote mit Projektcharakter und klarem Praxisbezug durch die Einbindung von Industriepartnern generieren eine Vielzahl von Visionen für die Fabrik der Zukunft und leisten einen wichtigen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs.

---

## Autoren

Franziska Moser, M. Sc., Dipl.-Ing. Susanne Hoffmann und Dipl.-Ing. Boris Cokcan sind Wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl für Tragkonstruktionen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Trautz ist Inhaber des Lehrstuhls für Tragkonstruktionen.

René Huppertz, M. Sc., ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Baubetrieb und Projektmanagement,

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainard Osebold ist Inhaber des Lehrstuhls für Baubetrieb und Projektmanagement.

Dipl.-Ing. Katrin Ansorge und Dipl.-Ing. Tanja Osterhage sind Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen am Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate des E.ON Energy Research Center.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Müller ist Inhaber des Lehrstuhls für Gebäude- und Raumklimatechnik und leitet das Institute for Energy Efficient Buildings and Indoor Climate des E.ON Energy Research Center.

Dr.-Ing. Peter Burggräf und Dipl.-Wirt.-Ing. Alexander Marks sind Wissenschaftliche Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktionssystematik des Werkzeugmaschinenlabors WZL.

---



Bild 6: Diskussion der Entwurfsalternativen im interdisziplinären Team. Foto: Peter Winandy

## Impressum

Herausgegeben im Auftrag des Rektors  
der RWTH Aachen  
Dezernat 3.0 - Presse und Kommunikation  
Templergraben 55  
52056 Aachen  
Telefon +49 241 80 - 93687  
pressestelle@rwth-aachen.de  
[www.rwth-aachen.de](http://www.rwth-aachen.de)

Redaktionsleitung:  
Angelika Hamacher  
Renate Kinny

Redaktionelle Mitarbeit:  
Rauke Xenia Bornefeld  
Nora Tretau

Titelbild: Visuelle Prüfung der Oberflächen-  
qualität einer Verdichterstufe.  
Rücktitel: Durch Kraft-Momenten-Regelung  
sind völlig neue Konzepte einer Mensch-  
Maschinen-Interaktion möglich.  
Fotos: Peter Winandy

Anzeigen:  
print'n'press, Aachen  
jh@p-n-p.de

Anzeigenberatung:  
Liz Rüster – Telefon +49 6132 43 44 38  
liz.ruester@web.de

Gestaltung:  
Kerstin Lünenschloß, Aachen

Druck:  
Vereinte Druckwerke, Neuss

Gedruckt auf  
chlorfrei gebleichtem Papier

Das Wissenschaftsmagazin  
RWTH THEMEN erscheint einmal  
pro Semester.

Nachdruck einzelner Artikel, auch auszugs-  
weise, nur mit Genehmigung der Redaktion.  
Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren  
verantwortlich.

Sommersemester 2016  
ISSN-Nummer 0179-079X