

# Die Prozesslernfabrik

## – erleben, lernen, forschen

Methoden zur Prozessoptimierung in der Produktion werden an der Technischen Universität Darmstadt im realen Produktionsumfeld der Prozesslernfabrik CiP vermittelt. Durch die praktische Anwendung in dieser Umgebung werden durch Handlungsorientierung nachhaltige Lernerfolge bei Studenten und Industrievertretern erzeugt. Im Rahmen der Forschung dient das CiP als Referenzprozess, der Forschern aus unterschiedlichen Disziplinen die Zusammenarbeit erleichtert. Diskussionen am konkreten Objekt fördern die Kreativität in interdisziplinären Teams, die Erprobung in einer realen Umgebung stellt eine hohe Qualität der Forschungsergebnisse sicher.

### ► The Process Learning Factory – Experience, Learning, Research

*At the Technische Universität Darmstadt methods for optimizing production processes are taught in the realistic production environment of the Process Learning Factory CiP. By applying optimization methods in this environment in an interactive way, students and industry staff are learning sustainably. For research the CiP is a reference process, which brings forward the collaboration especially between different disciplines. Discussions about this practical object advance creativity in interdisciplinary teams, testing in this realistic environment assures a high quality for research results.*

**Eberhard Abele, Felix Brungs** • Die Tür schwingt auf und man tritt in eine Produktionshalle ein. Der Blick fällt auf eine Säge, eine Drehmaschine und mehrere kleine Werkzeugmaschinen. Zwischen diesen Anlagen bewegen sich Studenten und bedienen sie. Man hört die Maschinen arbeiten, wie Werkzeuge verfahren werden und Metall zerspanen. Es riecht nach Kühlschmierstoff. Das ist der erste Eindruck, wenn man die Prozesslernfabrik CiP am Campus Lichtwiese betritt. Im CiP, dem „Center für industrielle Produktivität“, werden Studenten und Industrievertreter mit den Methoden zur Optimierung von Produktionsprozessen vertraut gemacht. Die Besonderheit dabei: Dies geschieht nicht nur in Vorlesungsräumen sondern vor allem im CiP, das eine reale Fabrik darstellt. Es gibt mehrere Werkzeugmaschinen, Qualitätsmessplätze, Montagelinien, Lager und Transportmittel. Hergestellt wird ein Pneumatikzylinder, ein reales Industrieprodukt, das für zahlreiche Zwecke im Maschinenbau eingesetzt wird.

Studenten montieren in der Montagezelle des CiP, ein Mitarbeiter der Logistik entnimmt Material aus dem Puffer.







**Abbildung 1**  
Impressionen der  
Prozesslernfabrik CiP.

Dieses Produktionsumfeld wird genutzt, um theoretisch erlernte Methoden unmittelbar praktisch anzuwenden. In den vergangenen vier Jahren wurden etwa 400 Industrievertreter geschult und etwa 150 Studenten nutzen das CiP pro Semester. Die Möglichkeiten bei der Anwendung der Methoden in dem realen Produktionsumfeld sind dabei vielfältig. „Ich war sehr positiv überrascht, wie erfrischend und inhaltlich wertvoll der theoretische Teil kommuniziert wurde und dass es einen umfassenden Praxisteil gab, bei dem man das zuvor Vermittelte anwenden konnte. An einer TU hätte ich so etwas nicht erwartet.“ Solche Aussagen von Industrievertretern hören die Mitarbeiter des Instituts PTW bei fast jeder Schulung in der Prozesslernfabrik CiP. So können beispielsweise Rüstprozesse an einer realen Werkzeugmaschine beobachtet, analysiert und optimiert werden. Ganze Montagelinien können konzipiert und unter realen Produktionsbedingungen hochgefahren werden. Die Übungsteilnehmer haben dabei die Möglichkeit ihre eigenen Ideen in die Prozessgestaltung einzubringen und können den Erfolg ihrer Maßnahmen unmittelbar testen.

Studenten gelangen in den Vorlesungen „Management industrieller Produktion“, „Werkzeugmaschinen und Industrieroboter“ und „Technologie der Fertigungsverfahren“ in die Prozesslernfabrik. Des Weiteren werden Tutorien und Advanced Design Projects angeboten. In diesen Studienleistungen erhalten Studenten typische Aufgaben eines Produktionsingenieurs und müssen diese im Kontext des CiP lösen. Für Industrievertreter gibt es ein eigenes Curriculum, das innerhalb eines Jahres durchlaufen werden kann.

Die praktische Erfahrung sorgt dafür, dass die Erkenntnisse und das Wissen bei den Schulungsteilnehmern nachhaltig im Gedächtnis haften bleibt. Durch die Praxis werden nämlich erste Fähigkeiten entwickelt, Synapsen im Gehirn erzeugt. Die Anwendung in der realen Praxis fällt so später leichter, was gerade für Universitätsabsolventen ein entscheidender Vorteil ist.

Doch nicht nur die Lehre profitiert von der realen Produktionsumgebung, auch die Forschung gewinnt an Qualität. Lösungen aus der anwendungsnahen Forschung können in einer sehr frühen Phase unter realen Bedingungen getestet werden. Dabei

**Abbildung 2**  
Schulungsteilnehmer  
bei der  
Rüstzeitanalyse.

#### Handlungsorientiertes Lernen

Neben solchen technischen und organisatorischen Fragestellungen beschäftigen sich die Wissenschaftler in der Prozesslernfabrik aber auch mit didaktischen Konzepten für die Zukunft der Lehre. Da gerade in der Ausbildung zum Maschinenbauingenieur Verständnis für reale Produkte und Prozesse vermittelt werden muss, sind handlungsorientierte Lernformen, wie in der Prozesslernfabrik, unabdingbar. Im Rahmen der Didaktik-Forschung wird ermittelt, welches Wissen und welche Fähigkeiten für den Produktionsingenieur der Zukunft theoretisch, und welche anhand von Praxisübungen vermittelt werden müssen. Die Ausbildung soll auf diese Weise deutlich beschleunigt und gleichzeitig nachhaltig werden. In der Prozesslernfabrik CiP werden dazu Konzepte entwickelt und gemeinsam mit Lernpsychologen erprobt.





**Abbildung 3**  
Demonstrator  
für Sequenz-  
fertigung in der  
Prozesslernfabrik CiP.

lassen sich nicht nur rein technische Auswirkungen untersuchen, sondern auch Folgen für das Personal oder die Organisation eines Produktionsunternehmens.

### Forschung zur Sequenzfertigung

Ein Beispiel hierfür ist die Forschung zur Sequenzfertigung. Im Unterschied zum Einsatz von investitionsintensiven Bearbeitungszentren, die ein komplexes Bauteil komplett bearbeiten können, wird bei der Sequenzfertigung das Ziel verfolgt, mehrere einfache und kostengünstige Maschinen in Sequenz zu schalten. Jede dieser Maschinen

erfüllt nur eine oder wenige bestimmte Bearbeitungsaufgaben und die Bauteile durchlaufen diese Anlagen der Reihe nach. Der Vorteil dieser einfachen, kostengünstigen Maschinen ist ihre höhere Flexibilität. Da einzelne Maschinen schnell ausgetauscht werden können, ist es möglich kurzfristig auf Veränderungen zu reagieren ohne große Investitionen tätigen zu müssen. Das Stückzahlenniveau kann angepasst werden, indem

#### Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen

Prof. Dr.-Ing. Eberhard Abele  
Tel. 06151/16-2156  
E-Mail: abele@ptw.tu-darmstadt.de

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Felix Brungs  
Tel. 06151/16-6622  
E-Mail: brungs@ptw.tu-darmstadt.de  
[www.ptw.tu-darmstadt.de](http://www.ptw.tu-darmstadt.de)

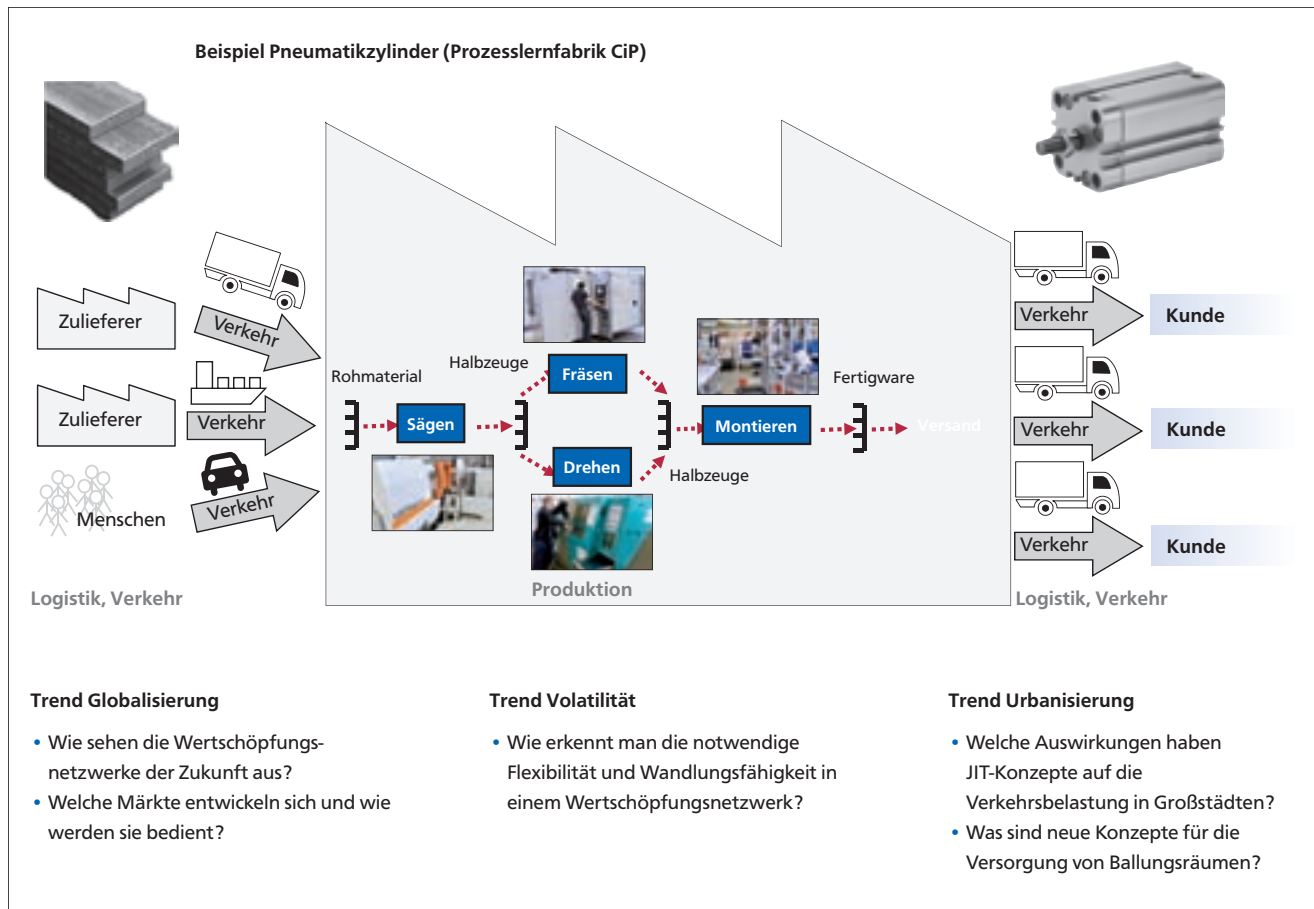
### CiP – ab 2011 auf europäischer Ebene

Ergebnis dieser Forschungsprojekte ist stets eine konkrete Anwendung in der Prozesslernfabrik, die bei den beteiligten Forschungspartnern aus der Industrie bereits eingesetzt wird. Dieser Ansatz wird ab 2011 auch in einem europäischen Netzwerk aus Universitäten weiterentwickelt. So werden nicht nur hessische, sondern bald auch europäische Studenten und Vertreter aus der Industrie von der Praxisnähe überrascht sein.

der Personaleinsatz variiert wird. Gegebenenfalls können sogar einzelne oder mehrere Maschinen aus dem Betrieb genommen werden, ohne den wirtschaftlichen Erfolg zu gefährden.

Im Rahmen der Forschung am PTW werden dazu die wirtschaftlichen Randbedingungen ermittelt. Insbesondere die Frage, bis zu welchen Losgrößen und ab welcher Variantenzahl sich eine solche Fertigungsorganisation rechnet, beschäftigt die Forscher.

Neben diesen organisatorischen Fragestellungen werden auch technische Lösungen zur Verbesserung der Bauteilqualität erforscht und im CiP erprobt. Denn bei der Bearbeitung auf mehreren Maschinen muss das Bauteil auch mehrfach gespannt werden. In der Folge ergeben sich oft Qualitätsprobleme, insbesondere bei Lagetoleranzen. Es wird untersucht, welche Spanntechnik dieses Problem lösen kann bzw. welche Qualitätsanforde-



rungen mit bestehenden Lösungen in der Sequenzfertigung erfüllt werden können.

### LOEWE-Schwerpunkt Dynamo PLV

Ein weiteres Forschungsprojekt, das auf die Prozesslernfabrik zurückgreift, ist der LOEWE-Schwerpunkt Dynamo PLV. Ziel des Projekts ist die dynamische und nahtlose Integration von Produktion, Logistik und Verkehr. Da bisherige Strategien und Steuerungskonzepte für Produktion und Logistik Verkehrsinformationen nicht berücksichtigen, sollen Lösungen entwickelt werden, die einen reibungslosen Austausch von Daten zwischen Unternehmen, Logistikdienstleistern und Verkehrsämtern gewährleisten. Neben den Planungsprozessen in den Unternehmen, sollen so auch die Maßnahmen der öffentlichen Hand zur Planung und Steuerung der Verkehrsinfrastruktur besser zwischen den Interessengruppen abgestimmt werden. Das CiP dient dabei im Projekt Dynamo PLV als Referenzprozess und Versuchsumgebung. Durch die Anwendung von konkreten Lösungsansätzen in diesem realen Produktionsszenario lassen sich Lösungsideen zum einen einfacher mit den Partnern diskutieren und weiterentwickeln. Es kommt zu einer Verschmelzung der Disziplinen und in der Diskussion unter den Wissenschaftlern ent-

stehen völlig neue Ideen. Zum anderen können Lösungsansätze unter industriellen Bedingungen erprobt und verbessert werden.

Der Nutzen des Referenzprozesses wird auch für die Erforschung der Sequenzfertigung genutzt. An dem bereits im CiP vorhandenen Demonstrator zu diesem Thema, können verschiedene Fallbeispiele und Rahmenbedingungen simuliert werden. In einem Verbundforschungsprojekt werden die Lösungen dann in verschiedenen Industrieunternehmen erprobt und im CiP weiterentwickelt. Im Ergebnis entstehen so allgemeingültige Modelle, Methoden und Lösungen.



**Eberhard Abele** ist seit 2001 Professor an der TU Darmstadt und leitet das Fachgebiet PTW – Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen im Fachbereich Maschinenbau.



**Felix Brungs** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am PTW und leitet die Forschungsgruppe der Prozesslernfabrik CiP.

### Abbildung 4

Das CiP als Referenzprozess im Rahmen von Dynamo PLV.