ARENA 2036

Thomas Bauernhansl
Manuel Fechter
Thomas Dietz *Hrsg.*

# Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-) Forschungsproduktion

ARENA2036

Springer Vieweg

# ARENA2036

**Reihe herausgegeben von**
ARENA2036 e.V.
Stuttgart, Deutschland

Die Buchreihe dokumentiert die Ergebnisse eines ambitionierten Forschungsprojektes im Automobilbau. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer nachhaltigen Industrie 4.0 und die Realisierung eines Technologiewandels, der individuelle Mobilität mit niedrigem Energieverbrauch basierend auf neuartigen Produktionskonzepten realisiert. Den Schlüssel liefern wandlungsfähige Produktionsformen für den intelligenten, funktionsintegrierten, multimaterialen Leichtbau. Nachhaltigkeit, Sicherheit, Komfort, Individualität und Innovation werden als Einheit gedacht. Wissenschaftler verschiedener Disziplinen arbeiten mit Experten und Entscheidungsträgern aus der Wirtschaft auf Augenhöhe zusammen. Gemeinsam arbeiten sie unter einem Dach und entwickeln das Automobil der Zukunft in der Industrie 4.0.

Weitere Bände in dieser Reihe: http://www.springer.com/series/16199

Thomas Bauernhansl • Manuel Fechter
Thomas Dietz
Hrsg.

# Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-) Forschungsproduktion

Springer Vieweg

*Hrsg.*
Thomas Bauernhansl
Geschäftsfeld Automotiv
Fraunhofer IPA
Stuttgart, Deutschland

Thomas Dietz
Automotive
Fraunhofer IPA
Stuttgart, Deutschland

Manuel Fechter
Roboter- und Assistenzsysteme
Fraunhofer IPA
Stuttgart, Deutschland

ISSN 2524-7247 ISSN 2524-7255 (electronic)
ARENA2036
ISBN 978-3-662-60490-8 ISBN 978-3-662-60491-5 (eBook)
https://doi.org/10.1007/978-3-662-60491-5

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Springer Vieweg
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.
Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

# Geleitwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

als einer der Gründungsväter der ARENA2036 freue ich mich, dass wir in diesem Buch die Ergebnisse des Verbundprojekts „*Forschungsfabrik Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-)Forschungsproduktion*“ vorstellen können. Es ist dies ein Beleg für die erfolgreiche Arbeit in einer völlig neuartigen Konstellation mit Forschungspartnern und Industriepartnern in einem gemeinsamen Gebäude.

Mitten im weltweit dichtesten Zentrum der Automobilindustrie und des Maschinenbaus bietet die Forschungsfabrik eine Integrations- und Kommunikationsarena für Hersteller, Ausrüster sowie Forschungs- und Ausbildungseinrichtungen. Einerseits sind hier gemeinsame Entwicklungsarbeiten, Ausbildungen und Technologietransfer möglich, die Fabrik dient jedoch andererseits auch als praxisgerechte Testumgebung für Industrie und Forschung.

Ziel des Verbundprojekts „Forschungsfabrik“ war die Entwicklung eines ganzheitlichen, wandelbaren Produktionssystems für die Automobilproduktion von morgen. Die Innovationen dieses Verbundprojekts bestehen in neuen Konzepten für die Fahrzeugproduktion – ohne Takt und ohne Linie –, die Verbindung der typischen Leichtbauprozesse mit kollaborierender, sensitiver Robotik, die Entwicklung effizienter, wandlungsfähiger Logistiksysteme sowie einem intuitiv konfigurierbaren Informationsaustausch zwischen den verschiedenen, steuerungstechnisch heterogenen Prozessmodulen (Plug&Produce).

Für die weiteren Phasen des Forschungscampus – die voraussichtliche Gesamtlaufzeit beträgt 15 Jahre – ist geplant, die Forschungsproduktion im Hinblick auf komplexere Bauteile, innovative Fahrzeugarchitekturen und Wertschöpfungsprozesse auszubauen und langfristig zu einer Lernfabrik der nachhaltigen Automobilproduktion für Ausrüster, Fertigungsplaner und Berufsspezialisierungen weiterzuentwickeln und zu nutzen.

Für dieses Buch haben alle geförderten Partner der ersten Projektphase zu ihren jeweiligen Ergebnissen ein Kapitel beigetragen. Ich danke den Autoren der kooperierenden Unternehmen –

Bär Automation GmbH, Robert Bosch GmbH und Daimler AG, den Beteiligten der Stuttgarter Universitätsinstitute für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und

Fertigungseinrichtungen (ISW), für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) sowie für Fördertechnik und Logistik (IFT) und den Kollegen aus dem Fraunhofer IPA –
für ihre inspirierte Arbeit und dass sie uns mit diesem Buch daran teilhaben lassen.

Stuttgart, Baden-Württemberg, Deutschland Thomas Bauernhansl

# Inhaltsverzeichnis


**1 Der Forschungscampus ARENA2036** . . . . . 1
Max Hoßfeld und Clemens Ackermann

**2 Einleitung** . . . . . 5
Thomas Dietz und Manuel Fechter

**3 Bewertung der Wandlungsfähigkeit eines Produktionssystems** . . . . . 11
Manuel Fechter und Thomas Dietz

**4 Planung zukünftiger Automobilproduktionen** . . . . . 19
Christian Fries, Hans-Hermann Wiendahl und Petra Foith-Förster

**5 IT-Infrastruktur für die wandlungsfähige Produktion** . . . . . 45
Felix Kretschmer, Florian Frick, Armin Lechler und Alexander Verl

**6 Wandlungsfähige Roboter für die Automobilproduktion** . . . . . 55
Manuel Fechter

**7 FTF als universelle, wandlungsfähige Mittel zur Verkettung der zukünftigen Automobilfertigung** . . . . . 69
Philip Kirmse und Ralf Bär

**8 Neuartiges Logistikkonzept für die automobile Endmontage ohne Band und Takt** . . . . . 85
Matthias Hofmann und David Korte

**9 Wandelbare Plug&Produce-Montagesysteme** . . . . . 101
Stefan Junker und Marian Vorderer

**10 Wandlungsfähige Montagetechnik** . . . . . 119
Thomas Stark, Artur Klos und Matthias Müller

**11 Praxisbeispiele der ARENA2036** . . . . . 131
Thomas Dietz und Manuel Fechter

**12 Zusammenfassung und Ausblick** . . . . . 145
Manuel Fechter und Thomas Dietz

**Stichwortverzeichnis** . . . . . 159

# Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| AKL | Automatisches Kleinteilelager |
| APS | Advanced Planning and Scheduling |
| ARENA2036 | Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles |
| BMBF | Bundesministerium für Bildung und Forschung |
| CP(P)S | Cyberphysisches (Produktions-)System |
| EHB | Elektrohängebahn |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| FAP | Fabrikplanung |
| FTF | Fahrerloses Transportfahrzeug |
| FTS | Fahrerloses Transportsystem |
| HMI | Human Machine Interface |
| IT | Informationstechnologie |
| JIS | Just-in-Sequence |
| JIT | Just-in-Time |
| KLT | Kleinladungsträger |
| MAE | Maschinen und Einrichtungen |
| MES | Manufacturing Execution System |
| MO | mechatronische Objekte |
| MRK | Mensch-Roboter-Kollaboration |
| OEM | Original Equipment Manufacturer/Automobilfabrikant |
| OPC UA | Open Platform Communications Unified Architecture |
| PLC | Programmable Logic Controller |
| PPS | Produktionsplanung und -steuerung |
| RFID | Radio-frequency identification |
| SCM | Supply Chain Management |
| SOA | Service-Oriented Architecture |
| SPS | speicherprogrammierbare Steuerung |
| Tier | Zulieferer im automobilen Kontext |

# Herausgeber- und Autorenverzeichnis

## Herausgeber

**Thomas Bauernhansl** Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland

**Thomas Dietz** Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland

**Manuel Fechter** Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland

## Autoren

**Thomas Dietz** Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland

**Manuel Fechter** Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland

**Petra Foith-Förster** Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland

**Florian Frick** Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

---

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen des Forschungscampus ARENA2036 (Verbundprojekt ForschFab, Förderkennzeichen 02PQ5020 bis 02PQ5024 gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA-PFT) betreut.
Der Bericht stellt die Ergebnisse aus dem Verbundprojekt vor. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

**Christian Fries** Institut für industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF, Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

**Matthias Hofmann** Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT), Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

**Stefan Junker** Robert Bosch GmbH, Renningen, Deutschland

**Philip Kirmse** Bär Automation GmbH, Gemmingen, Deutschland

**Artur Klos** Daimler AG, Sindelfingen, Deutschland

**David Korte** Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT), Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

**Felix Kretschmer** Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

**Armin Lechler** Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

**Thomas Stark** Daimler AG, Sindelfingen, Deutschland

**Alexander Verl** Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW), Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

**Marian Vorderer** Robert Bosch GmbH, Nürnberg, Deutschland

**Hans-Hermann Wiendahl** Institut für industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb IFF, Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland

# Der Forschungscampus ARENA2036

1

Max Hoßfeld und Clemens Ackermann

ARENA2036 ist Teil der Forschungscampusinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und als solcher Teil der Erprobung einer neuartigen, strategischen Forschungsstruktur in Deutschland.

Ziel von ARENA2036 ist, basierend auf exzellenter, interdisziplinärer Grundlagen- und Anwendungsforschung potenziell disruptive und Sprunginnovationen hervorzubringen, diese schnell in industrielle Anwendungen zu transferieren und so einen Beitrag zur aktiven Ausgestaltung von Arbeit, Mobilität und Produktion der Zukunft im Kontext der Digitalisierung zu leisten. Der direkte Transfer der Forschungsergebnisse in die industrielle Anwendung soll die Wettbewerbsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland steigern und dabei neue Geschäftsmodelle auch für kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) hervorbringen. Wesentlicher Baustein hierfür ist der interdisziplinäre Ansatz verschiedener Wissenschaftsfelder.

Um diese Ziele zu erreichen, arbeiten die ARENA2036-Partner nach dem Prinzip „industry on campus“ in einer zielorientierten und kreativen Partnerschaft auf Augenhöhe gemeinsam unter einem Dach, rekombinieren komplementäre Kompetenzen und denken Grundlagenforschung, Technologietransfer und Anwendung kooperativ und vor allem neu. Ende 2017 konnte hierfür an der Universität Stuttgart die 10.000 $m^2$ große ARENA2036-Forschungsfabrik bezogen werden, welche Proximität und Vernetzung nun an einem gemeinsamen Ort ermöglicht und als Basis der Forschungscampuskultur dient.

M. Hoßfeld (✉)
Universität Stuttgart, Stuttgart, Deutschland
E-Mail: max.hossfeld@ifsw.uni-stuttgart.de

C. Ackermann
ARENA2036 eV, Stuttgart, Deutschland

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

T. Bauernhansl et al. (Hrsg.), *Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-) Forschungsproduktion*, ARENA2036,
https://doi.org/10.1007/978-3-662-60491-5_1

2013 mit sieben Partnern und vier Verbundprojekten gestartet, forschen heute über 30 Partner aus Wissenschaft und Industrie gemeinsam an den Themen Produktion, Mobilität, Arbeit der Zukunft und Digitalisierung. Seit Gründung der ARENA2036 wurden insgesamt etwas über 100 kooperative Projekte initiiert, deren Ergebnisse sowohl in die Lehre als auch zu den Industriepartnern transferiert werden. Ein Transfer der Ergebnisse in die Breite erfolgt kontinuierlich – hierzu zählen bspw. Industrie- und Technologieseminare, Ausstellungen auf der Hannover Messe, Präsentation auf wissenschaftlichen Konferenzen, wie auch die Öffnung der Tore der ARENA zum Tag der offenen Tür an der Universität Stuttgart oder im Rahmen von Firmenveranstaltungen.

Die Förderung der Forschungscampusse ist vom BMBF in drei Phasen von je fünf Jahren unterteilt. Dieses Phasenmodell bietet eine langfristige Perspektive und ermöglicht eine kontinuierliche Weiterentwicklung – und ggf. Anpassung – der Forschungsstrategie. ARENA2036 untergliedert die vorgegebenen 15 Jahre in (1) den Aufbau der Forschungsfabrik sowie des Partner- und Projektportfolios, (2) die Etablierung der Forschungslandschaft sowie die Stabilisierung der Zusammenarbeit und (3) die Schaffung einer selbsttragenden Forschungsinfrastruktur, welche es ermöglicht die Vision2036 jenseits der öffentlichen Förderung weiter zu verfolgen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Phase-I-Projekts *Forschungsfabrik: Produktion der Zukunft* (ForschFab) vorgestellt. Das vorliegende Buch ist Teil einer Reihe, die neben ForschFab auch die weiteren Forschungsprojekte der ersten Phase umfasst. Die Projekte *Ganzheitlicher digitaler Prototyp für die Großserienproduktion* (DigitPro), *Intelligenter Leichtbau durch Funktionsintegration* (LeiFu) und die Begleitforschung *Kreativität – Kooperation – Kompetenztransfer* (KHoch3) werden in jeweils eigenen Bänden der Buchreihe besprochen.

Obwohl die drei ingenieurwissenschaftlichen Projekte der ersten Phase technische Schnittstellen aufweisen, wurden diese während der Laufzeit hauptsächlich durch die Begleitforschung miteinander verknüpft. Die Projekte der zweiten Phase wurden hingegen bewusst als Plattformprojekte konzipiert, sodass es vielfache Schnittstellen gibt, die einerseits die Kooperation stärken und andererseits Synergieeffekte erzeugen, die wiederum Rekombinationen von Projektergebnissen zulassen. Des Weiteren können neu identifizierte komplementäre Kompetenzen und Partner während der Laufzeit effizient integriert werden. Die Verbundprojekte der zweiten Phase greifen vollumfänglich die Ergebnisse der ersten Phase auf und entwickeln diese weiter. Sie orientieren sich dabei an den genannten strategischen Säulen der ARENA2036 – Mobilität, Digitalisierung, Arbeit der Zukunft und Produktion. Die Projekte der zweiten Phase sind:

- **FlexCAR** – FlexCAR ist eine offene, modulare Fahrzeugplattform für die Mobilität der Zukunft. Das Konzept hebt sich von bisherigen Plattformkonzepten durch die vollständige Öffnung und Zugänglichmachung aller Soft- und Hardwareschnittstellen für Anbieter und somit der vollständigen Entkopplung der Entwicklungszyklen von Einzelkomponenten und Fahrzeuggesamtsystem ab. Hierdurch können Fahrzeuge kontinuierlich und dezentral weiterentwickelt werden und sind permanent update- als auch upgrade-

fähig. Durch die aktiv auftretenden Anbieter ergeben sich einerseits gänzlich neue Geschäftsmodelle, andererseits transformiert sich die Zulieferpyramide hin zu einem dynamischen Wertschöpfungsnetzwerk. Dabei wandelt sich die Tätigkeit des heutigen Integrators hin zum Plattformanbieter und hin zur Konfiguration.

- **Digitaler Fingerabdruck** – Zentrales Ziel des digitalen Fingerabdrucks ist die Weiterentwicklung von Bauteilen zu Industrie-4.0-Komponenten und damit einhergehend die Schaffung einer Basis für eine intelligente Wertschöpfungskette. Der Mehrwert eines Bauteilindividuums liegt in der Möglichkeit, Fertigungsprozesse individuell und dynamisch zu konfigurieren, hierdurch ein hohes Maß an Flexibilität zu gewährleisten und Bauteile zu jedem Zeitpunkt ihres Lebenszyklus, wie etwa während der Nutzungsphase, bewerten zu können. Der Mehrwert für einen Bauteiltyp wird durch eine Flotte individuell identifizierbarer Bauteile erreicht. So können etwa direkt Rückschlüsse aus realen Belastungsfällen oder Herstellprozessen gezogen und systematisch Design-Änderungen abgeleitet sowie Prozesse und Bauteile automatisiert weiterentwickelt werden.
- **Agiler InnovationsHub** – der agile InnovationsHub avisiert die Implementierung sowohl eines virtuellen als auch eines physischen Raums zur methodischen Unterstützung und Beschleunigung von interdisziplinären und transorganisatorischen Zusammenarbeits- und Innovationsprozessen. Zentral sind hierbei die kooperative Innovationskultur, eine intelligente Visualisierungskultur und eine lernprozessorientierte Wissenskultur.
- **Fluide Produktion** – Die fluide Produktion hat zum Ziel, ein menschzentriertes, cyberphysisches Produktionskonzept zu entwerfen und zu implementieren. Hierfür werden alle Produktionsmittel in ortsflexible, d. h. fluide, Fertigungsmodule aufgebrochen, um so auf dynamische Weise virtuelle Maschinen bilden zu können, wobei die übliche Trennung zwischen Wertschöpfung und Logistik entfällt. Das Ergebnis ist ein neuartiges Produktionssystem, welches mit minimalen Festlegungen auskommt und Entscheidungen direkt bis kurz vor die eigentliche Wertschöpfung flexibel ermöglicht.

# Einleitung

2

Thomas Dietz und Manuel Fechter

**Zusammenfassung**

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die Herausforderungen an eine moderne Automobilproduktion aus der Sicht der Konsortialpartner im Jahre 2013. Die Verarbeitung von neuen Materialien und die Integration des funktionalen Leichtbaus in die Großserie, die Beherrschung der Komplexität in der Produktion, sowie die Zunahme der Produktvarianten unter Berücksichtigung unsicherer Antriebskonzepte standen bei den Vorüberlegungen im Mittelpunkt. Die propagierte Lösung ist ein neuartiges Produktionskonzept für die Automobilproduktion ohne Band und Takt, welches im Zeitraum von 2013–2018 in der ARENA2036 prototypisch realisiert wurde.

Die wirtschaftliche Fahrzeugproduktion der Zukunft befindet sich im Spannungsfeld mehrerer, gleichzeitig zu lösender komplexer Anforderungen: die Beherrschung alternativer Antriebskonzepte und neuer Produktstrukturen, die großserienfähige Verarbeitung von neuen Materialien und Leichtbaumodulen, nachhaltiges Wirtschaften sowie die variantenreiche Serienproduktion in volatilen Märkten.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es eines radikal neuen, ganzheitlichen Produktionskonzepts im Sinne künftiger Wandlungsfähigkeit für den funktionsintegrierten Leichtbau. Die Ergebnisse der Produktionsforschung des Projektes ForschFab werden in diesem Buch beschrieben und am Beispiel des Fahrzeug-Bodenmoduls und der Endmontage der Fahrzeugtür in einer ersten Ausbaustufe demonstriert.

T. Dietz · M. Fechter (✉)
Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, Deutschland
E-Mail: manuel.fechter@ipa.fraunhofer.de

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2020

T. Bauernhansl et al. (Hrsg.), *Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-) Forschungsproduktion*, ARENA2036,
https://doi.org/10.1007/978-3-662-60491-5_2

Insbesondere werden Betriebsmittel, Steuerungstechnik, Prozesse, Logistik und Organisation nach Grundlagen der wandlungsfähigen Produktion ganzheitlich erforscht und im Kontext einer künftigen Produktion implementiert. Die aus dieser Forschung resultierende Forschungsfabrik (ForschFab) stellt das weltweit erste wandlungsfähige Produktionssystem für die Erforschung und Vermittlung eines kompletten Fabrikbetriebs für die Automobilproduktion dar.

Die wissenschaftlichen und technischen Innovationen dieses Projekts bestehen in der Erforschung und Erprobung eines grundsätzlich neuen Konzepts für die Fahrzeugproduktion „ohne Band und Takt“, in der Verbindung der typischen Fertigungsprozesse der Leichtbautechnologie mit moderner, sensitiver Robotik, der Entwicklung effizienter, wandlungsfähiger Logistiksysteme sowie einer einfachen Inbetriebnahme der Prozessmodule (Plug&Produce).

Die erwähnten Ansätze ermöglichen die Realisierung einer Automobilproduktion, welche den einleitend formulierten wirtschaftlichen und technologischen Anforderungen einer Fahrzeugproduktion der Zukunft genügt: Im Vergleich zu einer konventionell geplanten Fabrik der Automobilfertigung ist die wandlungsfähige Fabrik innerhalb kürzester Zeit rekonfigurierbar und kann somit Änderungen des Produktspektrums, des Antriebskonzepts, des Variantenmixes, der geforderten Stückzahl und der Produktstruktur gerecht werden. Angestrebt wird die Rekonfigurierbarkeit der Fabrik innerhalb eines Wochenendes. Die Fabrik erfüllt mit kurzen Durchlaufzeiten, einer hohen Produktivität und vergleichsweise geringen Investitionen auch die Anforderungen an nachhaltige Wirtschaftlichkeit im Produktionsbetrieb. Gegenüber der heutigen Linienfertigung soll die Wirtschaftlichkeit erheblich gesteigert werden. Insgesamt werden die folgenden Zielkriterien der Produkt- und Produktionsentwicklung angestrebt:

- Reduktion der variantengetriebenen Komplexitätskosten bei gleichzeitig hohem Individualisierungsgrad, messbar in Euro.
- Reduktion der Komplexität der Produktionsprozesse, indiziert durch die Anzahl der unterschiedlichen Produktionsschritte.
- Reduktion der Durchlaufzeit pro Produktionseinheit.
- Einsparung der genutzten Produktionsfläche inklusive Logistikflächen.
- Skalierbare Automation durch Mensch-Maschine-Kooperation, messbar in Produktionskosten pro Produktionseinheit bei stark schwankenden Stückzahlen.
- Ressourceneffizienz, messbar z. B. durch Daten aus einem Life Cycle Assessment, nicht nur in Bezug auf Fahrzeugbetriebskosten, sondern auch in Bezug auf Produktionsaufwendungen.

Für nachfolgende Phasen der Laufzeit des Forschungscampus ist geplant, die Forschungsproduktion weiter zu flexibilisieren und im Hinblick auf erweiterte Produktspektren der Zulieferindustrie, komplexere Bauteile und umfänglichere Produktionsabläufe auszubauen. Die Produktion soll langfristig zu einer Lernfabrik der nachhaltigen Automobilproduktion für Ausrüster, Fertigungsplaner und Berufsspezialisierungen weiterentwickelt werden.