



*Dr. Eckhard Heidling, ISF München*

*Dr. Klaus Schmierl, ISF München*

# Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0

Ausgewählte Ergebnisse der qualitativen empirischen  
Erhebungen der IMPULS-Studie

Erfahrungsaustausch Maschinenhaus, 25.06.2018, VDMA, Frankfurt



# Inhalt

## I. Einführung in die Studie

1. Ausgangs- und Rahmenbedingungen der Studie
2. Überblick empirische Erhebungen
3. Industrie 4.0

## II. Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“

Qualifikations- /Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

## III. Wo stehen die Hochschulen?

1. Inhalte der Lehre
2. Neue Lehr- und Lernformate – fakultätsintern / fakultätsübergreifend
3. Neue Lehr- und Lernformate – intensivierete Kooperation zwischen Unternehmen / Hochschulen
4. Herausforderungen bei neuen Lehr- und Lernformaten

## IV. Handlungsempfehlungen

1. Handlungsempfehlungen (vorläufig)
2. Weitere Arbeitsschritte



## I. Einführung in die Studie



# 1. Ausgangs- und Rahmenbedingungen der Studie

- Ausschreibung Studie „Ingenieurinnen und Ingenieure Industrie 4.0“ 6/2017; Auswahl zur Durchführung der Studie 7/2017
- Ziele:
  - Notwendige Ingenieurkompetenzen für I4.0 Anforderungen der MAB-Unternehmen (Soll-Profil)
  - Vorhandene Kompetenzen für I4.0 in den MAB-Unternehmen
  - Qualifizierung für I4.0 an den Hochschulen
- Präsentation des Studienkonzepts beim IMPULS-Kuratorium, 14.09.2017
- Auswahl Unternehmen/Hochschulen durch VDMA/ISF (10/2017)
- Zeitraum der qualitativen Erhebungen: 11/2017 – 3/2018
- Präsentation erster Ergebnisse der qualitativen Erhebungen beim IMPULS-Kuratorium, 20.03.2018
- Quantitative Erhebung – Fragebogen online seit 14.5.2018
- Feedback Workshop zur Studie, VDMA 22.5.2018
- Präsentation VDMA Bildungsausschuss, 08.06.2018



## 2. Überblick Unternehmen - qualitativ

Auswahl für die qualitative Befragung in den Unternehmen

Branche	Unternehmensgröße			Grad der Digitalisierung		Art der I4.0 Nutzung		Unternehmensbereich			
	Bis 500	Bis 3000	3000 und mehr	Einsteiger	Fortgeschrittene	Anwender	Anbieter	F&E	Produktion	Service	Personal und Bildung
Maschinen/Systeme: • Spritzguß • Druck-und Papiertechnik		x			x	x	x	x	x	x	x
			x		x	(x)	x	x	x	x	x
Komponenten: • Antriebs-und Fluidtechnik • Pumpen, Druckluft • Industrielle Bildverarbeitung			x		x	x	x	x	x		x
	x			x		x	(x)	x	x	x	
	x			x		x	(x)	x	x	x	x
IT/Automatisierungstechnik • Embedded Software und elek. Automation • Fertigungs-und Unternehmenssoftware/ MES u. ERP			x		x	x	x	x	x	x	x
	x			x			x	x	x	x	



## 2. Überblick Hochschulen - qualitativ

Universitäten	
Universität 1	Punktueller Integration in die bestehende HS-Ausrichtung
Universität 2	
Universität 3	
Universität 4 – Zusatzinterview	
Universität 5	Big Data; Data Scientist; Data Analyst Studiengang
Hochschulen für Angewandte Wissenschaft	
HAW 1	Punktueller Integration in die bestehende HS-Ausrichtung
HAW 2	
HAW 3	
HAW Neu	Umfassende Neuausrichtung und neue Studiengänge



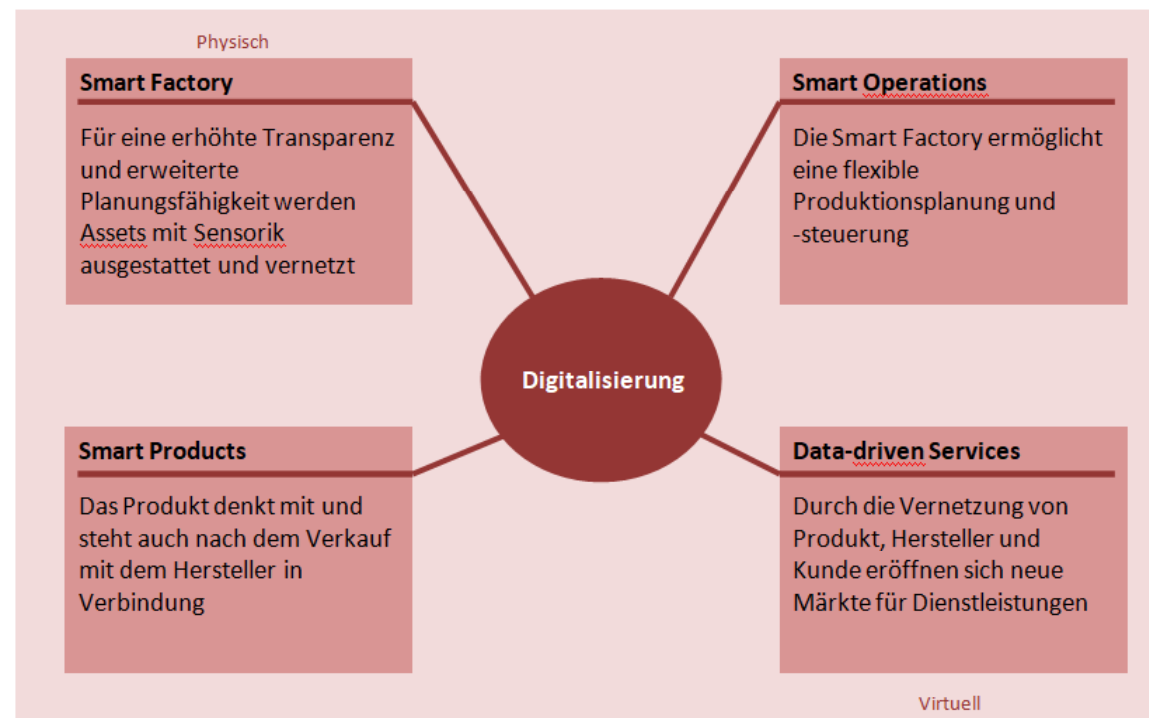
## 2. Durchgeführte Interviews

- Zeitraum der Erhebungen: 11/2017 – 3/2018
- **Unternehmen**
  - 29 Einzelinterviews und 4 Gruppeninterviews (ab 2 Personen)
  - **Einbezogene Personen: 39**
- **Hochschulen**
  - 27 Einzelinterviews und 3 Gruppeninterviews (ab 2 Personen)
  - **Einbezogene Personen: 32**
- Leitfadengestützte Interviews mit den **inhaltlichen Schwerpunkten:**
  - **Unternehmen:** Hintergrundinformationen (Person, Unternehmen); Konzepte I4.0 (Wirtschaft, Unternehmen); Auswirkungen von I4.0 auf Qualifizierung /Kompetenzentwicklung und Rekrutierung im Unternehmen; Kooperation Unternehmen/Hochschulen
  - **Hochschulen:** Hintergrundinformationen (Person, Hochschule); Konzepte I4.0 (Wirtschaft, Wissenschaft); Auswirkungen von I4.0 auf die Hochschulausbildung; Kooperation Unternehmen/Hochschulen
- Länge der Interviews: 60 Min. bis 90 Min.
- Anfertigung von Transkripten
- Inhaltsanalytische Auswertung mittels MAXQDA



## 3. Industrie 4.0

- Einhellige Aussage aller Befragten (Unternehmen/Hochschulen)
  - „Keine Lehrbuchdefinition“ von Industrie 4.0
  - Bekannte Elemente umreißen angemessen Digitalisierung/I4.0 (allerdings auch kritische Stimmen)



Graphik angelehnt an: Lichtblau et al. 2015, S. 12





### 3. Industrie 4.0

- **Stärkste Dynamik, größte Herausforderungen: „Data-driven Services“** - stark erweiterte technische Kapazitäten zur Generierung, Speicherung, Auswertung großer Datenmengen

*„Diese **Data Driven Service sind Dinge, die technologisch da sind, wo wir aber noch wenig Erfahrung haben, [...] Und in den Data Driven Service sind wir gerade Aufgaben am definieren, wie wir in einer plattform-gelagerten IT-Welt unseren Kunden weitere Applikationsservices anbieten können, die außerhalb der Maschine liegen.**“*

- **Verstärkt Datenerhebungen, -verschränkungen und -analysen**
  - Optimierung der Produktion
  - Optimierung bereichsübergreifender Prozesse
  - Entwicklung neuer Hardwarekomponenten und -produkte
  - Unterstützung von Entscheidungen
- **Motor für übergreifende Vernetzungsprozesse**
  - Disziplinen
  - Bereiche, Abteilungen
  - Unternehmens- und Ländergrenzen



## II. Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“



## Qualifikations-/Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

- Weiterhin und zukünftig für die Beschäftigten erforderlich: Beherrschung der **Grundlagen** in einer **fachlichen Kerndisziplin**

*„Also da sehe ich, wenn jemand **mit einem guten Basiswissen aus einer Fachdisziplin** kommt und sich dann über seine tägliche Arbeit oder über Zusatzqualifikation noch in den einen oder anderen Bereich weiter hinein entwickelt, muss er in diesen erweiterten Bereichen nicht so tief fundierte Kenntnisse haben. Aber er hat immer ein **gutes Fundament, auf dem er grundsätzlich überleben kann in so einer Disziplin**, wie wenn er von allem nur ein bisschen weiß, aber das dafür komplett quer Beet“.*

Antwort zur Frage nach dem „idealen“ **Absolvent in 5 Jahren**: *„Ich fokussiere jetzt mal gerade auf technische Berufe, **Maschinenbau**. Das ist ein sicherer Umgang mit den physikalischen Grundgesetzen. Ich meine also wirklich nicht Advanced Technology, sondern ich meine so was wie [...] **maschinenbautechnische Allgemeinbildung. Das ist eine Grundlage.**“*



## Qualifikations-/Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

- Das **Prozess- und Systemdenken – Methodenkompetenz** – hat für angemessenes professionelles Handeln sehr stark an Bedeutung gewonnen

„[...] also dieser Blick nicht zu meinen, ‚ich löse jegliche Art an Komplexität, ich muss nur genügend Algorithmen da drauf schmeißen‘, sondern eigentlich **die Kombination**, erst mal seine **Prozesse ordnen, vereinfachen, sinnig digitalisieren**, weil **Digitalisierung kostet auch richtig Geld.**“

„Und auch das ist natürlich nichts Neues, das gab es auch bestimmt vor zehn, 15 Jahren oder so schon. Aber das ist was, wo ich sag, das wird jetzt **immer wichtiger, dieser Systemgedanke**. Also nicht nur ein komplett reiner Fachidiot zu sein, sag ich jetzt mal, sondern immer zu wissen, in welchem Zusammenhang wende ich das jetzt gerade an. Das wird definitiv wichtiger. Da kommen wir ja wieder zum Thema **Vernetzung**, alles ist miteinander vernetzt. Mechanische Komponenten, Softwarekomponenten und so weiter. Und da braucht man einfach dieses **Systemwissen** immer mehr.“

„[...] und natürlich in Summe glaube ich **wäre es gut, wenn die jungen Ingenieure mehr so Prozessdenken mitbringen würden**. Also so ein bisschen **interdisziplinäres Denken**, was passiert eigentlich mit Prozessen etc., das ist das **was wir gerade in diesen Workflow-Systemen deutlich brauchen.**“



## Qualifikations-/Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

- Zusätzlich sind aktuell und zukünftig **querliegende fachliche Grundlagen**, insbesondere in den Bereichen **Informatik** und **Data Science** notwendig

*„Sicher in der Informatik, Data Scientist, diese ganze **Flut von Daten**, die ja auch entsteht, die macht ja dann auch **nur Sinn, wenn man sie sinnbringend auch wieder auswerten kann oder über künstliche Intelligenzprozesse anders auswerten kann**. Das sind sicher **die Bereiche, die am stärksten steigen**, weil es bezogen auf uns, **im Maschinenbau** waren das bisher **eher die schwächeren Bereiche**.“*

*„Ich sehe einen **weißen Fleck auf der Landkarte**, was alles **Datenmanagement, Datenmodellierung** angeht.“*

*„[...] und dann müssen sie sich auch mit den Tools auseinandersetzen, dass sie auch dann mal für sich unten lernen, **was ist eine Schnittstelle, was ist eine Datenbank, was bedeutet das überhaupt**.“*

*„Also wir müssen, auch die Maschinenbauer sich ein bisschen mit diesen Dingen auseinandersetzen, um nachher dann da hinzukommen und **dann ein Gefühl zu haben**, was brauch ich denn, wie setze ich denn so einen Prozess auf, und wann brauch ich jetzt den Spezialisten, der meine Daten auswertet? Aber **wie muss ich die Daten auch aufbereiten, dass nachher ein Spezialist mit Big Data und Algorithmen da draufgehen kann**.“*



## Qualifikations-/Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

- Die vernetzte Zusammenarbeit erfordert von den Beschäftigten den Einbezug von Kenntnissen/Sichtweisen anderer Arbeitsbereiche/Disziplinen, also

### **Kontextwissen**

*„Der kann einem **Anwendungsentwickler**, der irgendwo extern sitzt, eine **Anforderung so formulieren**, dass der als **Programmierer was damit anfangen kann**. **Umgekehrt** kann er die **Anregungen aus der Produktion** oder aus welchem Umfeld auch immer, **aufnehmen und versteht die auch**. Der versteht das Problem, was die da an der Maschine haben. Aber wenn **jetzt** einer der Bediener an der Maschine mit dem Anwendungsentwickler redet, dann **reden die unterschiedliche Sprachen**.“*

*„Klassischer Maschinenbau [...]. Und ein IT-lastiger Mensch, der kann in Oberflächen denken, der kann in Datenbanken denken, der weiß, wie man vielleicht Datenbanken vernetzt. Und [...] **die quasi das übersetzen können**. **Eine technische Anforderung in eine IT-technische Lösung**.“*

*„**Mix aus beidem**. [...] ich muss den **klassischen Informatik Nerd** haben, ich muss aber **auch den Projektleiter** haben, der sowohl den **Kunden versteht**, als auch die **Schnittstelle zu diesem Informatiker** hin bilden kann. [...] Umso wichtiger wird es, dass das Thema Kommunikation auch im Unternehmen vorhanden ist, und zwar über alle Disziplinen oder Denktiefen hinweg.“*

*„die Vernetzung spielt eine riesen Rolle, übergreifende Kompetenzen müssen da sein, **Transfervermögen** ist ganz, ganz wichtig“*



## Qualifikations-/Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

- **Überfachliche Kompetenzen** sind schon seit geraumer Zeit relevant, sie erhalten mit I 4.0 / Digitalisierung nochmals einen neuen Schub

*„Mit Wissen brauch ich nicht konkurrieren, Wissen haben die Systeme, sondern **mit wem ich mich am besten vernetzen und wer kann was draus machen und wer erkennt die Chancen.**“*

*„Das [...] **Team** besteht [heute] aus einer gemischten, teilweise **über mehrere Hierarchiestufen hinweg zusammengesetzten Projektgruppe. Teamfähigkeit** [...] hat eine **vertikale Komponente** gekriegt. Und das ist ein entscheidender Unterschied, ob ich mit diesen Dingen klar komme oder ob ich in einer Hierarchieverhaftung bleibe und damit nicht in der Lage bin, in diesen [...] agilen Strukturen dann auch zu arbeiten.“*

*„Ich werde es **als Einzelkämpfer nicht mehr hinkriegen.**“*

*„Ich hab hier einen Prozess, den habe ich analysiert, ich hab eine **tolle Lösung**, um den zu verbessern, aber **jetzt muss der umgesetzt werden mit den Mitarbeitern**, nicht gegen die Mitarbeiter, die da mitarbeiten.“*

*„Also **meistens schulen wir sie in diesen sogenannten Soft Skills**. Technisch auch, aber wenn Sie von **Defiziten** sprechen, dann geht das über Teamfähigkeit, Projektmanagement, Scrum-Methode, [...] Zeitmanagement [...] Kreativitätsmethoden [...] **Es kommt auch kein gutes Produkt raus, wenn Sie nicht zusammenarbeiten.**“*



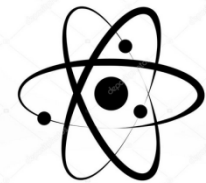
# Qualifikations-/Kompetenzbedarf Industrie 4.0 der Unternehmen

## Wesentliche **Struktur** des Soll-Profiles „IngenieurInnen I4.0“

- Notwendiger **fachlicher Kern**
  - solides Fundament: Kerndisziplin (Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik)
  - Methodische Grundlagen: Prozess- und Systemdenken
  - Querliegende fachliche Grundlagen: IT (MAB) + Data Science (neu)
- Notwendige **flexible Ergänzungen**: unternehmens-, bereichs- und positionsspezifisch
  - Vertiefung in Anwendungsbereichen
  - Kontextwissen aus anderen Disziplinen (z.B. BWL) und Unternehmensbereichen (z.B. Vertrieb)
  - Überfachliche Kompetenzen

*„Das Wissen und das Abschlusswissen des Berufsanfängers von heute wird nicht 50 Jahre halten. Sondern wird sich permanent verändern müssen, permanent dazu lernen müssen und auch permanent mit anderen Umgebungen klarkommen müssen.“*

➔ „IngenieurInnen I4.0“ – Disziplinärer Kern und Satelliten







### III. Wo stehen die Hochschulen? - Ausbildung Industrie 4.0



# 1. Inhalte der Lehre

- In der **Lehre** wirkt sich I4.0 so aus, dass weiterhin wesentliche **Grundlagen, Methoden** und **Systematiken** in einer **fachlichen Disziplin** vermittelt werden

*„Das ist einmal eine **sehr solide grundlagenorientierte Ausbildung in dem Stammfach** zum Beispiel **Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik** [...] Und für mich ist eigentlich der Kernpunkt, [...] **stärkeres Denken in Systemen, also Systemtheorie und Systems Engineering**, weil [...] diese ganzen Produktlösungen werden immer definiert aus der Fachexpertise der verschiedenen Fächer“*

*„diese **Grundlagen** und diese Methodik, die man vermittelt den Studenten [...] das **bleibt** eigentlich **gleich**. Das ändert sich nicht. Aber diese Anwendungsfelder, die ändern sich natürlich vom Computer Integrated Manufacturing über Digitale Fabrik hin zu Smart Factory, Industrie 4.0.“*

*„Für mich spielt Industrie 4.0 ganz, ganz, ganz, ganz, ganz stark in die Entwicklungsprozesse mit hinein, die Prozesse, Methoden und Tools, die ich dafür brauche [...] dass wir das den Studierenden vermitteln [...] wie muss ich eigentlich **Engineering** betreiben später im **Beruf**“.*

*„Trotzdem ist die **Herausforderung**, muss man sagen, die **Fachkultur** und die **Fachsprache** [...], das können wir nur in den Griff bekommen [...], wenn wir dieses **Systems Engineering oder Systemtheorie** bringen und dann immer wieder das runterbrechen in die Beispiele der einzelnen Fachdisziplinen, damit die Leute verstehen, was wir da eigentlich meinen mit der Kooperation.“*



# 1. Inhalte der Lehre

- **Neu** und darauf aufsetzend **fakultätsübergreifende Lehrangebote** (Maschinenbau/Elektrotechnik/IT, tw. Big Data)

*„**Komponenten** halte ich für sehr sinnvoll [...] ein **Informatiker** und ein **Produktentwickler** machen zusammen **eine Veranstaltung**, wie kann ich **mit Big Data die Produktentwicklung verfeinern.**“*

*„Wo wir etwas getan haben [...] ist [...] die **Lehrveranstaltung** als Möglichkeit mit **aufzunehmen**, wie **mathematische Methoden zum Umgang mit Big Data.** [...] Und ich hab mich gewundert, es gibt auch Studenten, die das machen.“*

— **I 4.0 Themen** werden stark durch die **Forschungsaktivitäten** getrieben

*„die **Themen** würde ich sagen, sind ungefähr, **fast 50% des Institutsbudgets in Industrie 4.0 oder Industrie 4.0-verwandt.**“*

- **Forschungsseitige Verschränkung** mit anderen Fakultäten weiter **fortgeschritten** („Lehre folgt Forschung“), zeitlich verzögerte Wirkung auf die Lehre

*Projekt [...] **gemeinsam mit Maschinenbauern und Elektrotechnikern Verfahren aus der Softwaretechnik** [...] **verschiedene Sichten auf ein komplexes Thema** [...]*

*Informatikmethoden übertragen generell in Systems Engineering [...] **wirkt sich auf softwaretechnische Vorlesungen aus**, [...] man nicht mehr nur rein über Softwaresysteme redet, sondern verdeutlicht, dass viele Fragen doch in einem breiteren Kontext von Cyber Physical Systems Industrie 4.0 zu sehen sind.“*



# 1. Inhalte der Lehre – Thematische Lücken

- **Thematische Lücken** in der Lehre Maschinenbau / Elektrotechnik - IT

*„Die Informationstechnik kommt bei uns deutlich zu kurz.“*

*„Also **Programmiergrundkenntnisse fehlen einfach**, und da hat man natürlich Leute, die aus persönlichem Interesse damit arbeiten, die im Rahmen von einer Hiwi-Tätigkeit damit arbeiten, die sind dafür ausgebildet und das sind auch die, die dann weiterkommen, aber es wird einfach nicht ausgebildet.“*

*„die **größte Herausforderung** in der Lehre ist das Thema **Softwaresteuerung** [...] es gibt unglaublich viele Dinge für zentral gesteuerte Sachen, und **es gibt nicht** so [...] wahnsinnig **viel für dezentral sich selbst koordinierende Dinge**“.*

- **Thematische Lücken** in der Lehre zu **Data Science**

*„ Wir haben **jetzt** in der Wirtschaftsinformatik Studienrichtung **Data Science etabliert**. [...] Studenten brauche, die in diesem Bereich mehr Wissen haben.“*

*„wir unseren Ingenieuren **keine Themen der großen Datenmengen**, der **Anomaliebewältigung**, des Wissensaufbaus, des **Data Minings**, das **vermitteln wir nicht** [...] was **Data Driven bedeutet**, viel stärker noch in die Ausbildung hinein zu nehmen. Aber **vor 2019** wird da **nichts passieren**.“*



# 1. Auf welches „alte Wissen“ kann in der Lehre verzichtet werden?

- **Generelles Problem**

*„Ja, das ist genau das Problem. Das ist ein wirkliches Problem. Das **Wegfallen von alten Lehrinhalten ist schon auf einer Fakultätsebene schwierig, weil da sich jeder drüber definiert. Curriculare Änderungen werden nur ganz behutsam gemacht.**“*

- **Beispiele**

*„ich denke zum Beispiel, ohne jetzt dem Kollegen weh tun zu wollen, wenn es zu sehr in **Halbleiterei** hinein geht“*

*„vielleicht auch bei **Felder und Wellen**. Also **Felder und Wellen**, da quälen wir auch unsere **Studierenden hier**. Da bin ich ein bisschen hin und her gerissen, weil das auch das **abstrakte Denkvermögen schult.**“*

*„NV-Leute schon, also **elektromagnetische Verträglichkeit**, aber welcher Prozentsatz der Studierenden macht denn das hinterher?“*

*„**darstellende Geometrie** [...] das macht halt jetzt der Rechner. Also man muss schon ein bisschen gucken, **dass man nicht mit lauter alten Grundlagen, Sachen die ganze Vorlesung zuplastert.**“*



# 1. Auf welches „alte Wissen“ kann in der Lehre verzichtet werden?

- **Beispiele**

„Da kann man dann mal die eine oder andere **Differenzialgleichung höherer Ordnungsableitung vielleicht mal weglassen oder nur für den Master verschieben.**“

„Die [Studierenden, ISF] machen das natürlich [Big Data, ISF], **indem sie** dann vielleicht ein Wahlfach **Optimierung der Thermodynamik im Verbrennungsmotor einfach weglassen.** Es geht nicht anders. Wir müssen dann auch Dinge weglassen.“

„Ja, zum Teil **veraltete Sachen aus der Getriebelehre.** Also jetzt bei den Werkzeugmaschinen. Wir haben halt jetzt keine Herleitung gemacht, wie aus einer mechanischen Maschine mit Zug- und Leitspindel wir uns dann zu einer NC-Steuerung entwickelt haben und so weiter, sondern **diese mechanische Herkunft, die hat man deutlich gekürzt oder raus genommen und hat dafür ein bisschen Platz geschaffen für die Weiterentwicklung mehr in die Zukunft.**“



# 1. Herausforderungen bei den Lehrinhalten

- Fakultätsübergreifende Zusammenarbeit erst punktuell realisiert

*„dass **vielleicht 50% der Kollegen da offen sind** [...] und **die anderen 50% wollen eigentlich eine fachdisziplinorientierte Aufstellung der Fakultäten**“*

*„würde es so **einschätzen, dass dort drastische Veränderungen** anstehen [gemeint ist die Integration fachlicher Inhalte anderer Fakultäten in die Lehrveranstaltungen des Maschinenbaus, ISF], dass das aber eben **80% der Kollegen noch nicht bewusst ist**“*

*„Und es **gibt dort einige ausgesuchte Veranstaltungen, wo wir ganz bewusst systemisch denken, also den Maschinenbau und die Elektrotechnik zusammenbringen, aber das Lehrangebot ist, wenn man ehrlich ist, 95% fakultätsbezogen.**“*

- Modularisierung

- bisher kaum strukturierte Entscheidungen zum Verhältnis „Integration neuer Inhalte / Streichung alter Inhalte“
- zu viele Module, Studierende haben wenig Orientierung, was zu einem für die berufliche Praxis angemessenen Profil führt



# 1. Herausforderungen bei Lehrinhalten

- Veränderung von Curricula langwieriger Prozess - objektive administrative Hürden

*„derjenige, der einmal einen Studiengang durch eine Akkreditierung durchgekriegt hat, der hat kein Interesse, daran was zu ändern. Und derjenige, der was ändern möchte, hat kein Interesse, das durch eine Akkreditierung durchzukriegen.“*

***Ausweg:** „letztendlich sich so gewisse Notnagel [...], dass es ein **Modul** gibt, wo irgendwas drüber steht, aber **wo man irgendwie Bausteine reinpacken** kann oder nicht reinpacken kann“*

- Man braucht auch weiterhin die klassisch fachlich fokussierten Ingenieure, die nicht nur/ausschließlich auf Digitalisierung ausgerichtet sind





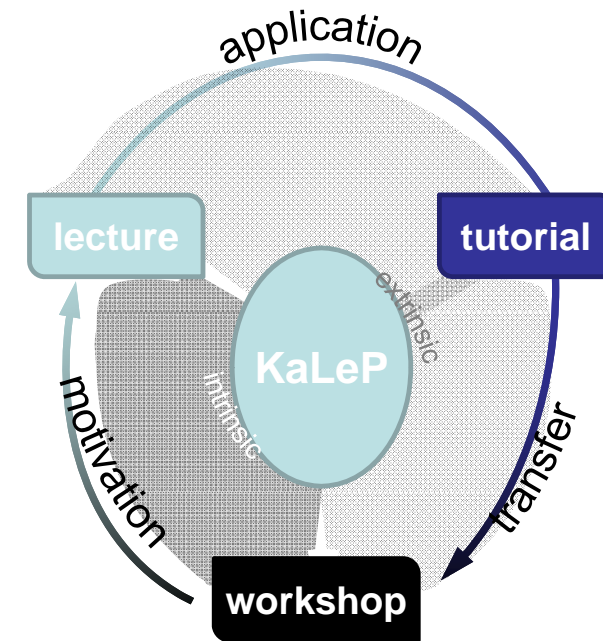
## 2. Neue Lehr- und Lernformate - fakultätsintern

- Dabei entwickeln sich in den Hochschulen **neue Lehr- und Lernformen** bzw. richten sich neu aus
  - Werkzeugmaschine I4.0: „**viel mehr Laborübungen, Case Studies, Use Cases [...]** **unten in unserer Halle**“
  - „Wir bieten **mehr Labore an, wo wir wirklich diese cyber-physischen Dinge in einem Mix, plus neue Theorie, wir lassen die Leute dann selber damit Erfahrungen sammeln, die sollen selber Aufgaben lösen in heterogenen Teams**“.
  - Lehre mit **Laborübung, Szenarien** und Technologien I4.0/IoT, Master „Integrated Engineering“
  - „Also bei uns im Bereich haben wir jetzt gerade im 5., 6. Semester Lehrinhalte gestrichen und ersetzt durch Inhalte, die eben sowohl von den Inhalten her mehr Richtung systemische Ansätze gehen, mehr Richtung Informationstechnik gehen, Industrie 4.0, als auch von den **Lehrformen, weil wir die Frontalvorlesungen oftmals ersetzt haben durch Lehrlabore und Seminare.**“
  - **Integrierte Produktentwicklung**, 7 Teams à 6 Studierenden, Aufgabenstellung und Finanzierung durch Unternehmen, kompletter Entwicklungsprozess innerhalb von 4 Monaten (Marktanalyse, Kundenanalyse, Kundenprofile, prototypischen Lösungen, Businessmodelle, Apps), „**kompetenzorientierte Lehre**“ (Präsentation: „Heiratsmarkt“)

# IPEK Teaching Approach

## KaLeP ■ Karlsruhe teaching model of product engineering

- **didactic overall concept**  
with the aim on **synthesis** skills
- while promoting important **key competences**
- Competence-based **education**
  - **lecture**
  - **tutorial**
  - **workshop**



Lehre am IPEK



## 2. Neue Lehr- und Lernformate - fakultätsübergreifend

- Ansätze fakultätsübergreifender Neuausrichtung
  - *„Also da ging es [...] drum, halt **Professur Wirtschaftsingenieur, die sich ja auch mit einer Datenanalyse beschäftigt, Big Data beschäftigt, wo wir gesagt haben, wir haben vielleicht einen passenden Anwendungsfall aus Fabriklogistik, Instandhaltung. Aber eigentlich ist es Fakultät Wirtschaftswissenschaften. So, und da ist es halt per se nicht vorgesehen, dass überhaupt Studenten zu uns kommen oder dass die das dann auch abrechnen dürfen.**“*
  - *„**Planung**, mit den Maschinenbauern **Entwurfslabore gemeinsam nutzen** für eben Themen, wo man **Informatik, Softwareentwurf, Maschinenelementeentwurf, Konstruktionslehre zusammen betreiben muss.**“*
  - *„Also wir sind **stärker dabei als in der Vergangenheit, die interdisziplinäre Zusammenarbeit bereits in frühen Praktika zu schulen. Wir setzen jetzt gerade eine Software im Innovation Lab auf, wo wir mit fünf Studierenden, auch 2019 Ziel, mit fünf Studierenden, wo ein Maschinenbauer dabei ist, ein Wirtschaftswissenschaftler und drei E-Techniker, ein kreatives Kleinprojekt machen.**“*



### 3. Neue Lehr- und Lernformate – intensivierete Kooperation zwischen Unternehmen / Hochschulen

- I 4.0 löst einen **neuen Schub in der Kooperation zwischen Unternehmen und Hochschulen** aus
  - Errichtung und Betrieb **gemeinsamer Lern- und Forschungsfabriken**, häufig mit weiteren Akteuren aus der Wissenschaft, z.B. Innovationslabor: Team von 5-7 Studierenden arbeitet im 5. Semester an einer von einem Unternehmen definierten realen Aufgabenstellung (Was braucht das Unternehmen?); jährlich durchlaufen 55 Studierende (von insgesamt 200) unterstützt durch einen Scrum-Coach dieses Innovationslabor
  - **Verbreitet**: Erstellung von **Abschlussarbeiten in/mit** Unternehmen
  - **Mitarbeit Studierender in Forschungs labs der Unternehmen** - Einrichtung eines Forschungscampus als Ableger der F&E Abteilung eines Unternehmens:

*„Dort sind 40 Mitarbeiter von XXX aus meinem Entwicklungsbereich [...] Die pumpe ich auf 120 zurzeit aktuell auf. Mit den jungen Wilden da, Generation Z. Das sind die, wo studieren in [Städte A, B, C, ISF], und die kommen abends noch zu mir und machen so Studentennebenjob. Und denen kann man Aufgabenpakete geben, und die entwickeln was. Und 40 von XXX, das sind die Systemdenker, die das dann zusammensetzen und achten da drauf, dass das so wird.“*



## 4. Herausforderungen bei neuen Lehr- und Lernformaten

- **Hochschulintern:** große Bandbreite *fakultätsinterner* und *fakultätsübergreifender* (geplanter) neuer Lehr-/Lernformen mit einer **neuen Mischung aus Theorie-/Praxisbestandteilen** und der **integrierten Vermittlung überfachlicher Kompetenzen**
- Frontalunterricht ist weiterhin verbreitet
- Neue Lehr-/Lernformate – **betreuungs- und materialintensiv**
  - *„wir machen jetzt mehr Veranstaltungen, wo wir Software, Hardware gemeinsam machen auch mehr im Laborcharakter, um die Studierenden selber Erfahrungen machen zu lassen. [...] das ist der Kernpunkt [...] wir müssen mehr Angebote schaffen, und ich glaube, der Kernpunkt, das ist auch so das Problem mit der Finanzierung, klassische Vorlesungsveranstaltungen, so gut skalierend sind das nicht. Das ist, du brauchst wahnsinnig viel Hands-on, und das ist natürlich sehr betreuungsintensiv und materialintensiv. [...] Und also man braucht quasi viel Betreuung von qualifizierten Leuten, weil, es ist wirklich ein Erfahrungsthema. [...] neue Lehrveranstaltungen, also eine engere Verknüpfung von Theorie und Umsetzung. Also eben, wie heißt das, problem-based Learning, aber nicht nur problem-based Learning, sondern **wirklich interaktiv, selber aktiv werden, selber forschen, selber herausfinden, qualifiziert quantifizieren und solche Sachen.**“*



## 4. Herausforderungen bei neuen Lehr- und Lernformaten

- **Hochschulübergreifend** weiten sich gute Kooperationsansätze Hochschulen / Unternehmen aus
- **Neue** Kooperationsformen sind die Gründung und der Betrieb **gemeinsamer Lehr-/Lernfabriken sowie Forschungslabs**, auch hier mit einer großen Bandbreite
- **Reichweite** bzw. Verbreitung von Labs gleichwohl eher noch **begrenzt**
  - nur eine begrenzte Zahl von Studierenden können beteiligt werden
  - Bestenauswahl



## IV. Handlungsempfehlungen, weitere Arbeitsschritte



# 1. Handlungsempfehlungen (vorläufig)

- 2 Semester allgemeine Grundlagen zu Beginn des jeweiligen Fachstudiums für alle Ingenieurwissenschaften
  - stärkere Verschränkung von Fach- und Methodenwissen
  - Akzent auf „Lernen lernen“, dafür weniger starke fachliche Vertiefungen
  - Professoren wären gehalten, zu kooperieren und sich zu verständigen
  - Studierende könnten besser entscheiden, in welche Richtung es weiter gehen soll
- Change Prozess in Hochschule anstoßen → Silo-Denken überwinden: strukturierter, interdisziplinärer auf Dauer angelegter Prozess der Entwicklung eines Grundlagenkanons
  - Vernetzung herstellen zwischen Fakultäten
  - Curricula übereinander legen und abgleichen
  - Gleichwertigkeit von Forschung und Lehre herstellen
  - notwendige Voraussetzung: angemessene Ressourcen/Ausstattung - Zeit, Geld, Beratung von außen





# 1. Handlungsempfehlungen (vorläufig)

- Ausweitung der bestehenden Angebote gemeinsamer Lehr-/Lernfabriken und disziplinübergreifender Labs von Hochschulen und Unternehmen
  - „Lernnetzwerke“ Unternehmen / Hochschulen bilden → gemeinsam an konkreten Problem- und Fragestellungen lernen
  - wechselseitige Lernprozesse initiieren
  - regionale Nähe von Unternehmen / Hochschulen und bestehende Vernetzungen nutzen
  - frühzeitige Einbindung von StudentInnen in Praktiker-Netzwerke
- Weiterbildung Digitalisierung/I4.0: Abgleich der Erfahrungen und Nachfragen seitens der Unternehmen mit den Angeboten und den Erfahrungen der Hochschulen
- Weiterbildung – umfassend: andere/neue Organisation von Weiterbildung als „lebenslanges Lernen“ über die gesamte Berufsbiografie durch abwechselnde Phasen von Lernen und Arbeiten; neue Institutionalisierung von Bildungsprozessen – mit der Folge von neuen/anderen Anforderungen an Hochschulen und Unternehmen



# 1. Handlungsempfehlungen (vorläufig)

- Maschinenhaus – Exemplarische Dokumentation praxisorientierter Lehr-/Lern-/Forschungsformate im Zusammenhang mit Digitalisierung/I4.0
- Stärkere Transparenz der Angebote der Hochschulen zu Digitalisierung/I4.0 (Beratung, gemeinsame F&E Projekte u.a.), insbesondere für KMU
- Stärkere Adressierung von IT-Sicherheitsfragen – Einschätzung als bisher kaum bearbeitetes, aber für die Verbreitung von I4.0 in den Unternehmen zentralem Feld



## 2. Weitere Arbeitsschritte

- Quantitative Befragung
  - Quantitative Erhebung – Fragebogen online seit 14.5.2018
  - Erste Zwischenauswertungen bis Ende Mai / Anfang Juni 2018
  - Konzeption und Fertigstellung des Online-Tools bis Ende Juni 2018
- Berichterstellung
  - Erstellung einer Entwurfsfassung bis Ende Juni/Anfang Juli 2018
  - Erstellung der Endfassung bis Ende Juli 2018



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit