

A vertical photograph on the left side of the slide shows a single water droplet suspended in mid-air above a surface of water. The droplet is perfectly spherical and reflects light. Below it, a series of concentric ripples spread outwards on the water's surface. The background is a solid, deep blue color.

Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0

Ausgewählte Ergebnisse der
IMPULS-Studie

Fachtagung FBTM
21. November 2019



Agenda



1. **Einführung in die Studie**
2. **Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“**
3. **Wo stehen die Hochschulen?
– Ausbildung 4.0**
4. **Handlungsempfehlungen**
5. **Online-Tool und Ausblick**



- 1. Einführung in die Studie**
- 2. Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“**
- 3. Wo stehen die Hochschulen?
– Ausbildung 4.0**
- 4. Handlungsempfehlungen**
- 5. Online-Tool und Ausblick**

1. Ausgangslage

- » Maschinenbau ist wichtigster Ingenieurarbeitgeber in Deutschland
- » I4.0 stellt neue Anforderungen an die Ingenieurausbildung
- » Unklarheit, welche Kompetenzen und welches Wissen für I4.0 notwendig sind





2. Fragestellungen



- » Welche **Fähigkeiten und Kompetenzen** sind für die Umsetzung von Industrie 4.0 in **Unternehmen** vorhanden und notwendig?
- » Wie ist der **Stand der Ingenieurausbildung** hinsichtlich Industrie 4.0 an deutschen **Hochschulen** heute?

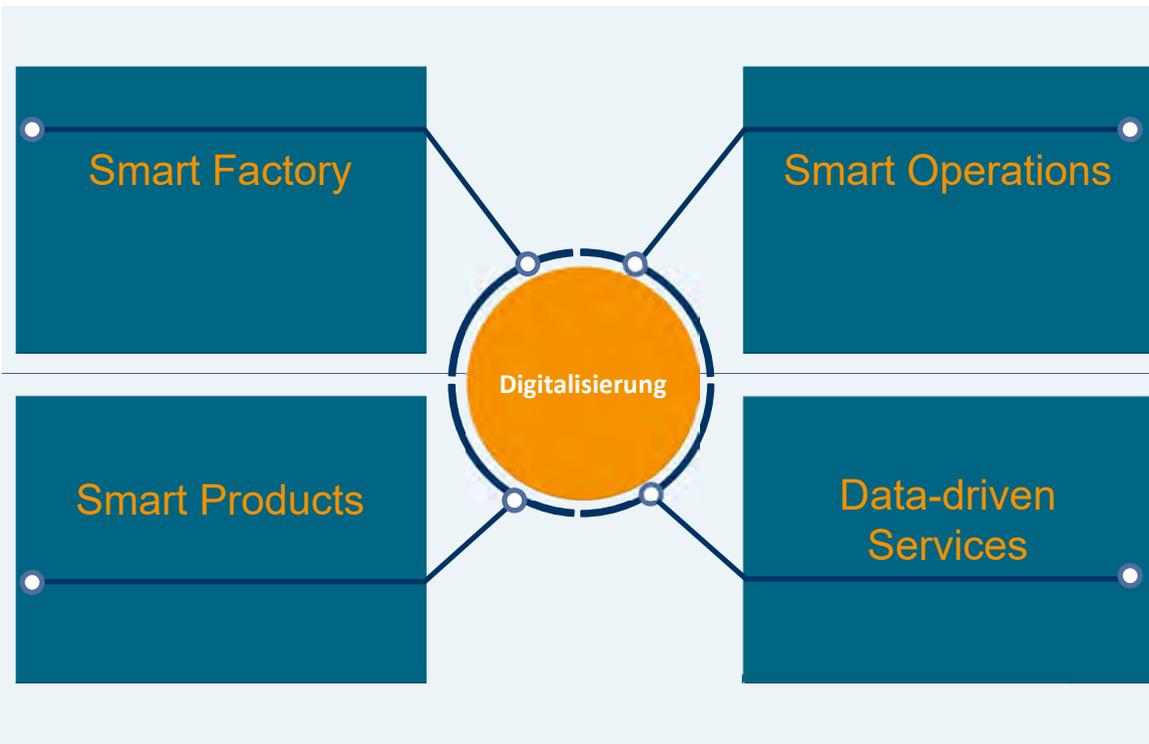
3. Ziele

- » Erarbeitung eines **Soll-Profiles** für „Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0“
- » Abgleich **Stand der Ausbildung hinsichtlich I4.0 an deutschen** Hochschulen heute
- » Entwicklung eines **Online-Tools** zum Selbstcheck und Kompetenzabgleich für Unternehmen, Beschäftigte und Studierende
- » Erarbeitung von **Handlungsempfehlungen**

3. Vorgehensweise

- » Auftrag zur Durchführung der Studie an **ISF München**
- » **Laufzeit der Studie** 09/2017 – 12/2018
- » Auswahl **7 Unternehmen und 9 Hochschulen** [5 Univ., 3 HaW, 1 DH; Maschinenbau, Elektrotechnik, Informatik; 1 Data Science]
- » **Qualitative Erhebung** (leitfadengestützte Interviews) bei Unternehmen (39 befragte Personen) und Hochschulen (32 befragte Personen)
- » **Quantitative Erhebung** Unternehmen (05/2018 – 07/2018); 224 Rückmeldungen
- » Regelmäßiger **Austausch** über Zwischenergebnisse der Studie mit Unternehmen und Hochschulen auf Workshops und ERFAs

4. Industrie 4.0 – Begriffsklärung (1)



- » Einhellige Aussage aller Befragten in Unternehmen und Hochschulen: „**keine Lehrbuchdefinition**“ von Industrie 4.0
- » Weitgehende Übereinstimmung, dass die **gezeigten Elemente I4.0 angemessen umreißen**

4. Industrie 4.0 – Herausforderungen (2)

- » 14.0 als **Motor für übergreifende Vernetzungsprozesse** (Disziplinen, Bereiche, Abteilungen, Unternehmens- und Ländergrenzen)
- » **Data-driven Services als größte Herausforderung**; stark gestiegene technische Kapazitäten erweitern die Möglichkeiten zur Generierung, Speicherung, Auswertung großer Datenmengen

„Diese Data Driven Services sind Dinge, die technologisch da sind, wo wir aber noch wenig Erfahrung haben.“





1. Einführung in die Studie
2. Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure“
3. Wo stehen die Hochschulen? – Ausbildung 4.0
4. Handlungsempfehlungen (vorläufig)
5. Online-Tool und Ausblick

1. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – der fachliche Kern (1)

→ Grundlagen in einer fachlichen Kerndisziplin
weiterhin und zukünftig erforderlich

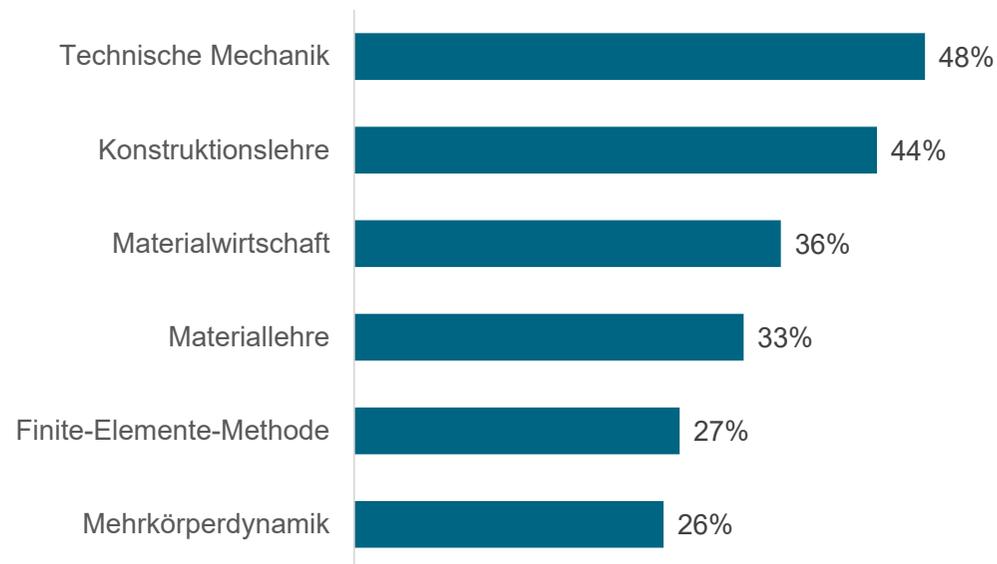
*„wenn jemand mit einem **guten Basiswissen aus einer Fachdisziplin** kommt [...] hat [er] immer ein gutes **Fundament**, auf dem er grundsätzlich überleben kann in so einer Disziplin.“*

*„[...] ich meine so was wie [...] **maschinenbautechnische Allgemeinbildung**. Das ist eine Grundlage.“*

1. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – der fachliche Kern (2)



Für wie notwendig halten Sie die folgenden ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenkompetenzen für Ingenieure in Industrie 4.0 Projekten?



Gesamt (Angaben: „sehr nützlich“ bzw. „unverzichtbar“ in Prozent).
Fehlend zu 100%: „nicht notwendig“, etwas nützlich“ und „nützlich“
N = 224

Quelle: IMPULS Online-Erhebung: Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0, 2019

2. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – Ingenieurwissenschaftliche Methodenkompetenzen (1)

→ **Prozess- und Systemdenken (fachliche Methodenkompetenz)**
hat stark an Bedeutung gewonnen

*„[...] 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.“*

*„[...] in Summe glaube ich wäre es gut, wenn die jungen Ingenieure mehr so **Prozessdenken** mitbringen würden, [...] das ist das was wir gerade in diesen Workflow-Systemen deutlich brauchen.“*

*„[...] 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**.“*

2. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – Ingenieurwissenschaftliche Methodenkompetenzen (2)



Für wie notwendig halten Sie die folgenden ingenieurwissenschaftlichen Methodenkompetenzen für Ingenieure in I4.0 Projekten?



Gesamt (Angaben: „sehr nützlich“ bzw. „unverzichtbar“ in Prozent).
Fehlend zu 100%: „nicht notwendig“,
etwas nützlich“ und „nützlich“
N = 224

Quelle: IMPULS Online-Erhebung: Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0, 2019

3. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – Querliegende fachliche Grundlagen (1)

→ Querliegende fachliche Grundlagen, insb. in den Bereichen Informatik und Data Science aktuell und zukünftig notwendig

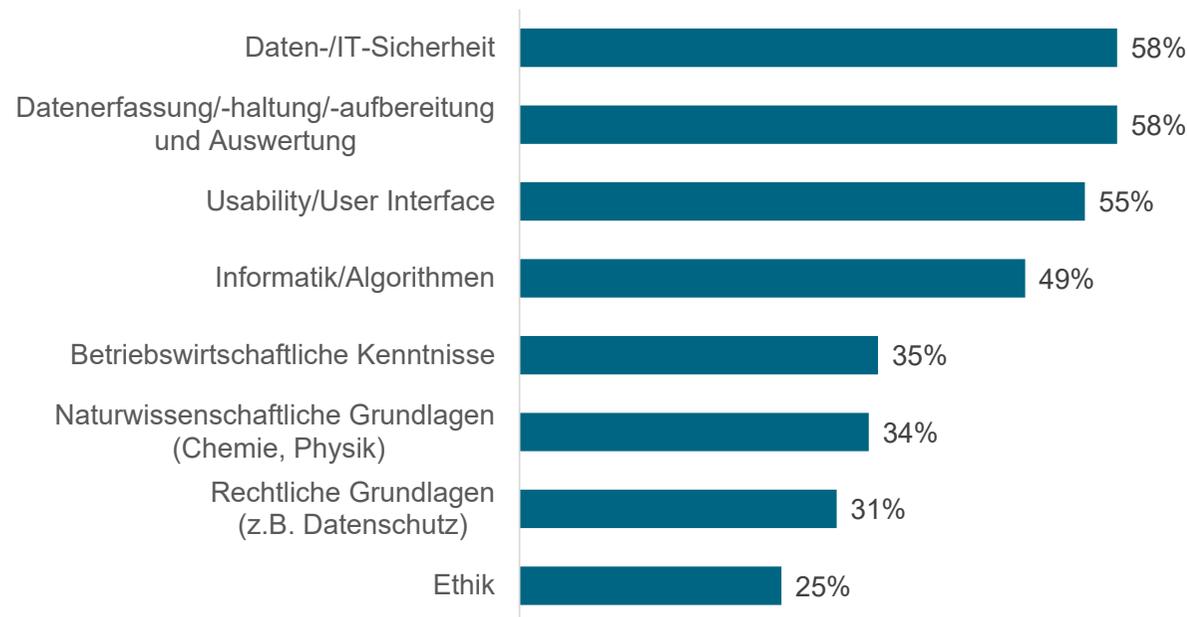
*„Ich sehe einen **weißen Fleck auf der Landkarte**, was alles **Datenmanagement, Datenmodellierung** angeht.“*

*„[...] diese ganze **Flut von Daten**, die ja auch entsteht, die macht ja dann auch nur Sinn, wenn man sie **sinnbringend** auch wieder **auswerten** kann.“*

*„Also wir müssen, auch die Maschinenbauer sich ein bisschen mit diesen Dingen auseinandersetzen [...] 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.**“*

3. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – Querliegende fachliche Grundlagen (2)

Welche ergänzenden Kenntnisse aus angrenzenden bzw. anderen Fachgebieten sind für Ingenieure in Industrie 4.0 Projekten notwendig?



Gesamt (Angaben: „sehr nützlich“ bzw. „unverzichtbar“ in Prozent).
Fehlend zu 100%: „nicht notwendig“, etwas nützlich“ und „nützlich“
N = 224

Quelle: IMPULS Online-Erhebung: Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0, 2019

4. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen - Kontextwissen

→ **Kontextwissen; Einbezug von Kenntnissen/Sichtweisen anderer Arbeitsbereiche/Disziplinen**

*„Der kann einem **Anwendungsentwickler** [...] **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**.“*

*„ [...] 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**.“*

5. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – Überfachliche Kompetenzen (1)



→ Überfachliche Kompetenzen (Personal-, Sozial-, Methodenkompetenzen) erhalten neuen Schub

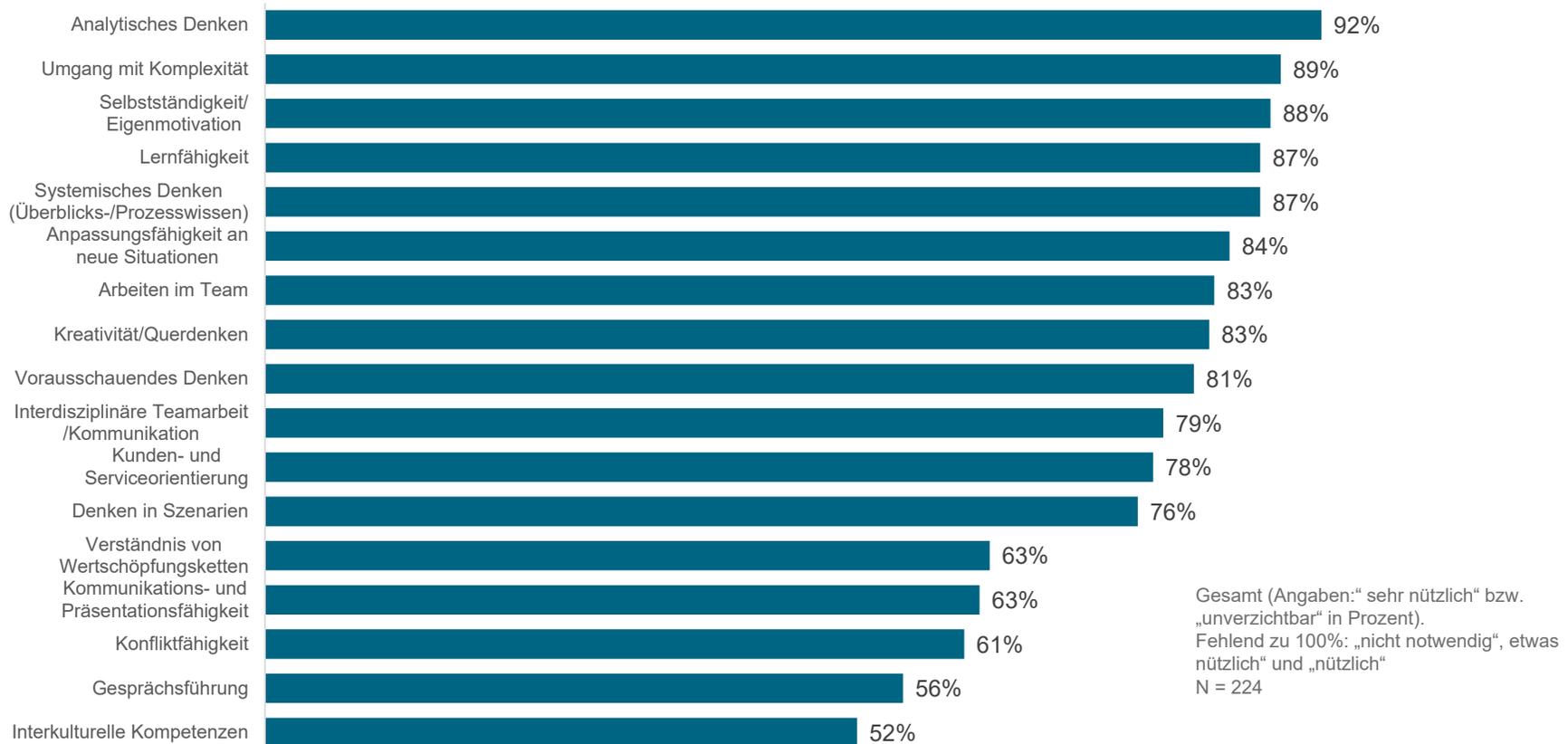
*„Ich werde es **als Einzelkämpfer nicht mehr hinkriegen.**“*

*„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.“*

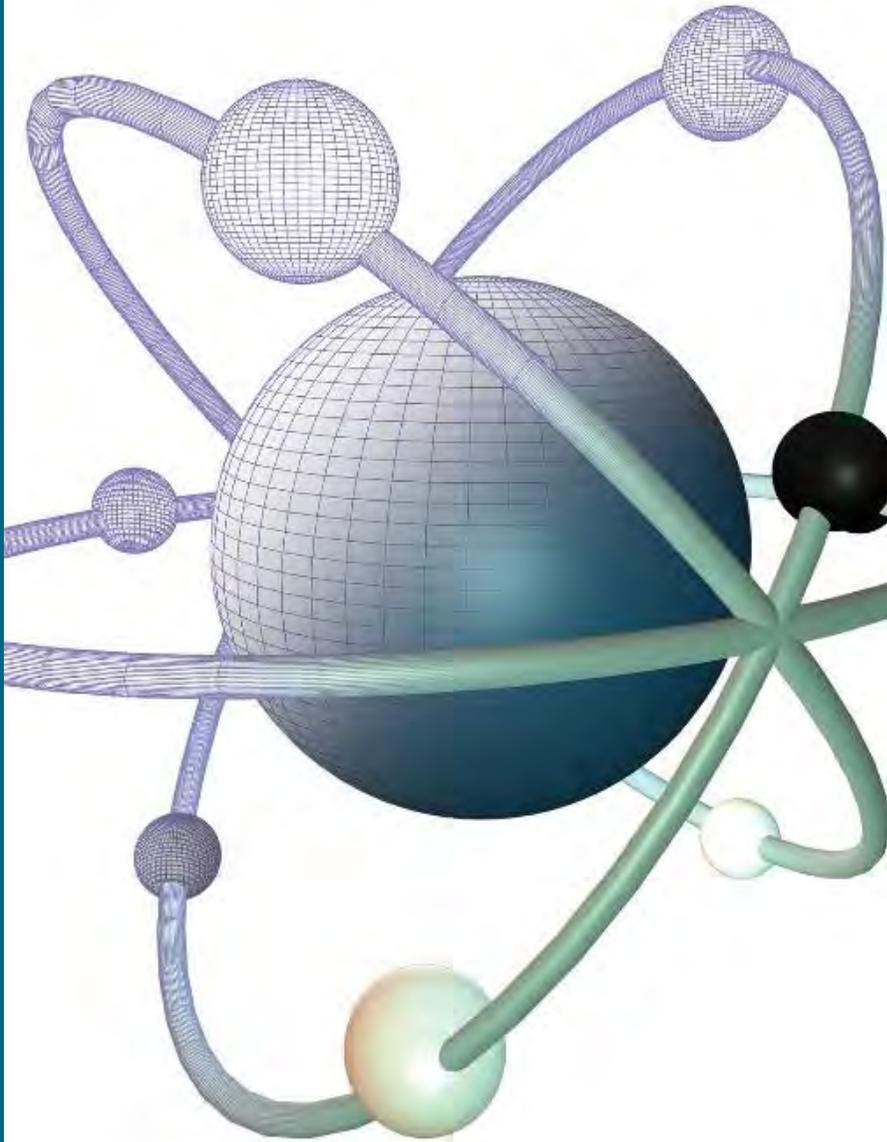
5. Qualifikations- und Kompetenzbedarf I4.0 der Unternehmen – Überfachliche Kompetenzen (2)



Welche überfachlichen Kompetenzen sind insbesondere für Industrie 4.0 Projekte notwendig?



Quelle: IMPULS Online-Erhebung: Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0, 2019



6. Wesentliche Struktur des Soll-Profil IngenieurInnen I4.0



Fachlicher Kern

- » Solides Fundament in Kerndisziplin
- » Methodische Grundlagen: Prozess- und Systemdenken
- » Querliegende fachliche Grundlagen insb. In den Bereichen IT und Data Science

Flexible Ergänzungen

- » Unternehmens-, bereichs- und positionsspezifische Vertiefung in Anwendungsbereichen
- » Kontextwissen aus anderen Disziplinen und Bereichen
- » Überfachliche Kompetenzen



1. Einführung in die Studie
2. Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“
3. **Wo stehen die Hochschulen?**
- Ausbildung 4.0
4. Handlungsempfehlungen
5. Online-Tool und Ausblick

1. Inhalte der Lehre – Grundlagen (1)

→ Weiterhin Vermittlung wesentlicher Grundlagen, Methoden und Systematiken in einer fachlichen Disziplin

*„diese **Grundlagen und diese Methodik**, die man vermittelt den Studenten [...] das bleibt eigentlich gleich. Das ändert sich nicht.“*

*„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 [...].“*

1. Inhalte der Lehre – fakultätsübergreifende Lehrangebote (2)



→ In ersten Ansätzen neu und darauf aufbauend
fakultätsübergreifende Lehrangebote
(Maschinenbau/Elektrotechnik/Informatik, 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.“

→ I4.0 Themen stark durch Forschungsaktivitäten getrieben;
zeitlich verzögerte Wirkung auf Lehre

1. Inhalte der Lehre – Thematische Lücken (3)

Thematische Lücken in der Lehre

» IT (in der Lehre Maschinenbau / Elektrotechnik)

„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.“

» Data Science (in der Lehre Maschinenbau / Elektrotechnik / Informatik)

„[...] 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. Inhalte der Lehre – Streichung ‚alter‘ Inhalte (4)

Kann auf „altes Wissen“ in der Lehre verzichtet werden? Wenn ja, welches?

- » Generelles Problem: bisher kaum strukturierte Entscheidungen zum Verhältnis ‚neue Inhalte/Streichung alter Inhalte‘

*„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.“*

*„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.**“*

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

2. Herausforderungen für Hochschulen bei den Lehrinhalten (1)

» Fakultätsübergreifende Zusammenarbeit erst punktuell realisiert

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

„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.**“



2. Herausforderungen für Hochschulen bei den Lehrinhalten (2)

» Administrative Hürden: Veränderung von Curricula langwieriger Prozess

„[...] 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.“

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



3. Neue Lehr- und Lernformate (1)

→ Laborübungen, Szenarien und Technologien I4.0/IoT in heterogenen Teams

→ „kompetenzorientierte Lehre“ – Integrierte Produktentwicklung in Zusammenarbeit mit Unternehmen

*„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**“.*

*„[...] viel mehr **Laborübungen, Case Studies, Use Cases** [...] unten in unserer Halle“*

3. Neue Lehr- und Lernformate (2)

→ Ansätze fakultätsübergreifender Neuausrichtung

„[...] die **interdisziplinäre Zusammenarbeit** bereits in **frühen Praktika** zu schulen. Wir setzen jetzt gerade eine Software im Innovation Lab auf, wo wir mit fünf Studierenden, [...] wo ein Maschinenbauer dabei ist, ein Wirtschaftswissenschaftler und drei E-Techniker, ein **kreatives Kleinprojekt** machen.“

„[...] 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**.“

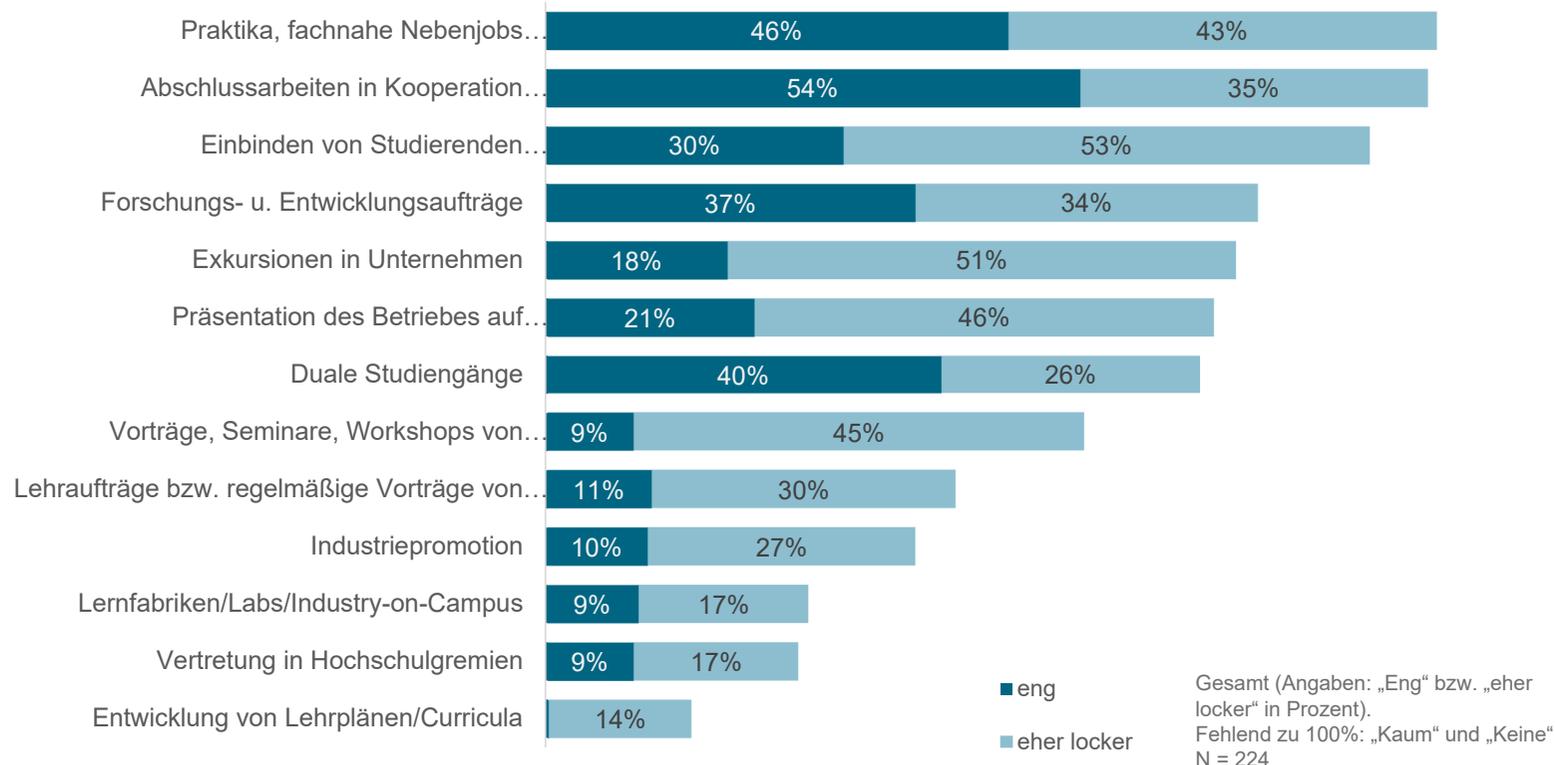
3. Neue Lehr- und Lernformate (3)

→ Neuer Schub der Kooperation zwischen Unternehmen/Hochschulen

- » Errichtung und Betrieb gemeinsamer Lern- und Forschungsfabriken
- » Verbreitet: Erstellung von Abschlussarbeiten in/mit Unternehmen
- » Mitarbeit Studierender in Forschungslabs der Unternehmen -
Einrichtung eines Forschungscampus als Ableger der F&E Abteilung
eines Unternehmens

4. Kooperationsformen Unternehmen – Hochschulen

Wie kooperiert Ihr Unternehmen mit Hochschulen?



Quelle: IMPULS Online-Erhebung: Ingenieurinnen und Ingenieure für Industrie 4.0, 2019

5. Herausforderungen neue Lehr- und Lernformate

- » Neue Lehr- und Lernformate sind betreuungs- und materialintensiv
- » Reichweite bzw. Verbreitung von Labs eher noch begrenzt; nur eine begrenzte Anzahl Studierender können beteiligt werden



1. Einführung in die Studie
2. Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“
3. Wo stehen die Hochschulen? – Ausbildung 4.0
4. **Handlungsempfehlungen**
5. Online-Tool und Ausblick



Handlungsempfehlungen (1)

Change Prozess in Hochschule anstoßen
Silodenken überwinden: strukturierter, interdisziplinärer auf
Dauer angelegter Prozess der Entwicklung eines
Grundlagenkanons

- » Vernetzung herstellen zwischen Fakultäten
- » Curricula übereinander legen und abstimmen
- » Gleichwertigkeit von Forschung und Lehre
- » notwendige Voraussetzung: angemessene Ressourcen, Ausstattung, Zeit, Geld, Beratung von außen

Handlungsempfehlungen (2)

Zwei Semester allgemeine Grundlagen für alle Ingenieurwissenschaften zu Beginn des jeweiligen Fachstudiums

- » Stärkere Verschränkung von Fach- und Methodenwissen und überfachlichen Kompetenzen
- » Erweiterte fachliche Grundlagen sollten Bereiche Informatik und Data Science umfassen; Adressierung von IT-Sicherheitsfragen
- » Akzent auf „Lernen lernen“, dafür weniger starke fachliche Vertiefungen
- » Stärkere Kooperation und Verständigung zwischen ProfessorInnen
- » Studierende könnten besser entscheiden, in welche Richtung es weiter gehen soll

Handlungsempfehlungen (3)

Kooperationen zwischen Unternehmen und Hochschulen ausweiten

- » Ausweitung der bestehenden Angebote gemeinsamer Lehr-/Lernfabriken und disziplinübergreifender Labs von HS 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; Integration von KMU
- » frühzeitige Einbindung von StudentInnen in Praktiker-Netzwerke
- » Förderung der Verbreitung von Good-Practice Beispielen, z.B. durch die Maschinenhaus-Toolbox

Handlungsempfehlungen (4)

Weiterbildung umfassender begreifen

- » neue Organisation von Weiterbildung als „lebenslanges Lernen“
- » Abwechselnde Phasen von Lernen und Arbeiten über die gesamte Berufsbiographie ermöglichen
- » Etablierung von lernförderlichen Arbeitsstrukturen
- » Abgleich der Erfahrungen und Nachfragen seitens der Unternehmen mit dem Angebot und den Erfahrungen der Hochschulen

1. **Einführung in die Studie**
2. **Soll-Profil „Ingenieurinnen und Ingenieure I4.0“**
3. **Wo stehen die Hochschulen? – Ausbildung 4.0**
4. **Handlungsempfehlungen**
5. **Online-Tool und Ausblick**





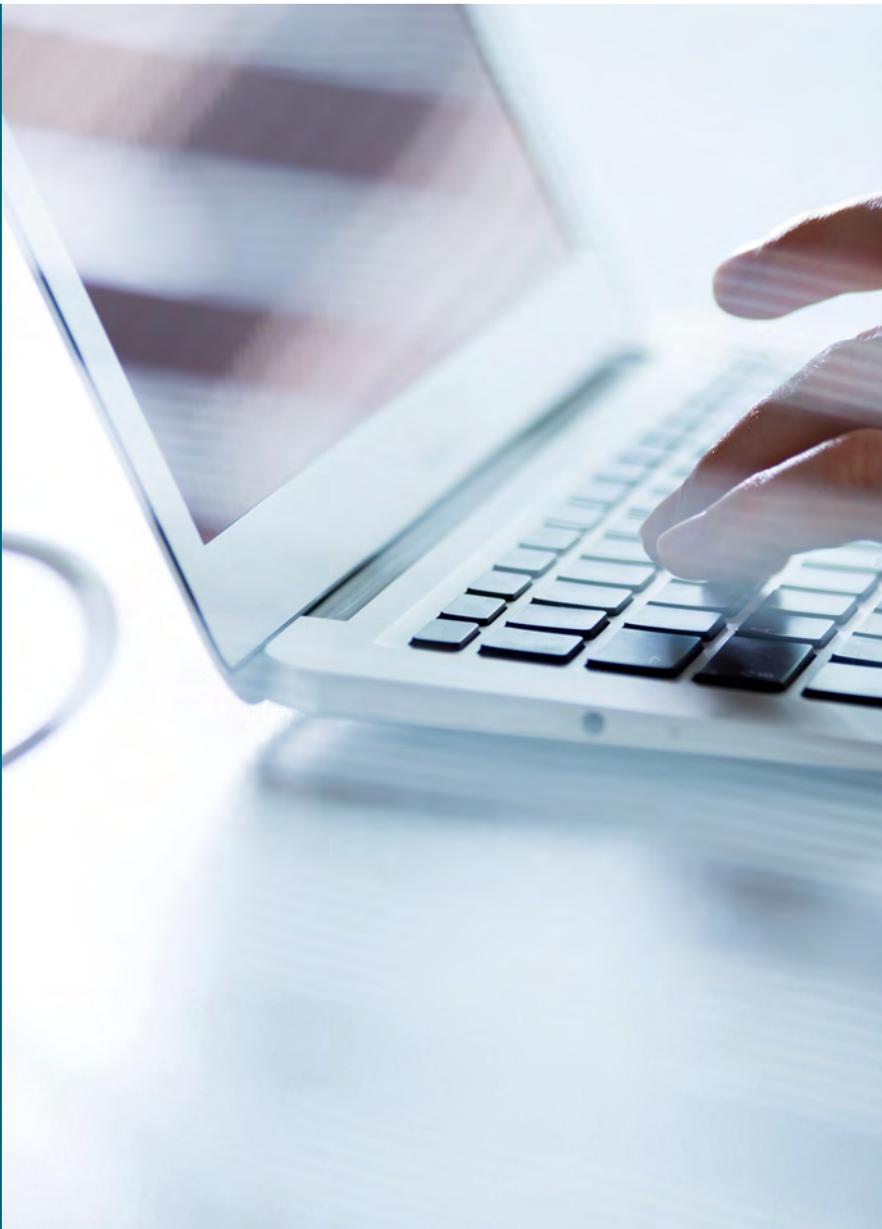
Wie fit sind Sie für Industrie 4.0?



<https://www.ingenieure40-online-tool.vdma.org/>

- » Online-Kompetenzcheck für Studierende, Mitarbeiter und Unternehmen
- » Basiert auf den Ergebnissen der Online-Befragung der Unternehmen





Download der Studie



Vollversion der Studie

<http://www.impuls-stiftung.de/studien>



Englische und deutsche Kurzfassung „IMPULS Kompakt“

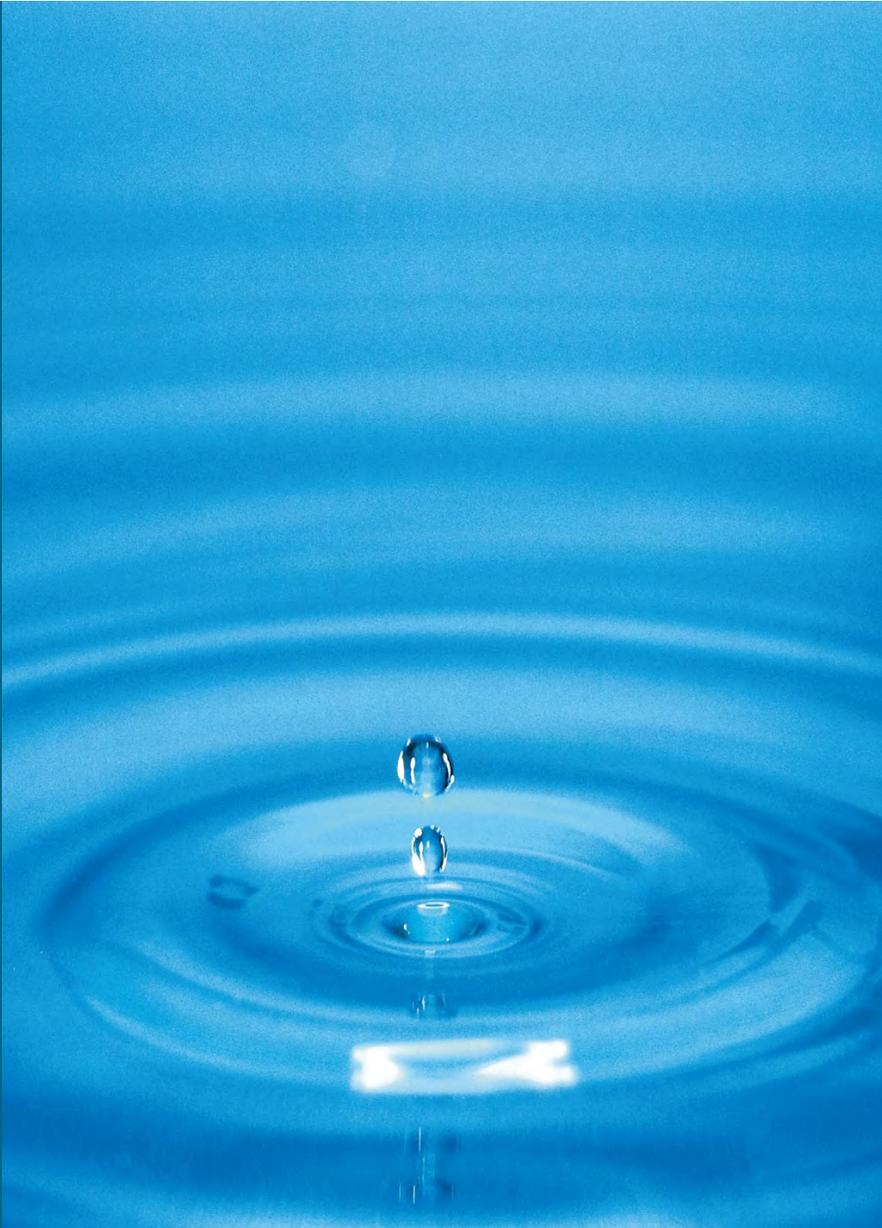
bildung.vdma.org/hochschule



Unterstützung für die Hochschulen: Die VDMA Maschinenhaus-Initiative

- » Unterstützung und Beratung der Hochschulen – die Industrie als Partner; z.B. bei Weiterentwicklung der Curricula
- » weniger Studienabbruch durch eine bessere Lehre
- » Sicherstellung der hohen Qualität der Ingenieurausbildung
- » Aufwertung des Themas Lehre in Wissenschaft, Politik und Öffentlichkeit
- » Vernetzung von Hochschulen und Unternehmen
- » bildung.vdma.org/hochschule



A large, vertical image on the left side of the slide shows a single water droplet falling into a pool of water, creating concentric ripples. The entire scene is captured in a monochromatic blue color scheme, with the droplet and its reflection being the central focus.

Herzlichen Dank
Herzlichen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!

Ihr Kontakt



Dr. Franziska Šeimys
Referentin für Bildungspolitik

VDMA Bildung
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Telefon 069 6603-1787
E-Mail franziska.seimys@vdma.org