

```
<div class="container-fluid">  
<div class="navbar-header">  
  <a href="#" class="navbar-brand">  
    <span class="visible-xs"></span>  
  </a>  
</div>  
<p class="navbar-text">  
  <a href="#" class="sidebar-toggle">  
    <i class="fa fa-bars"></i>  
  </a>  
</p>  
</div>  
<div class="navbar-collapse collapse" id="navbar-collapse">  
  <ul class="nav navbar-nav navbar-right">  
    <li>  
      <button class="navbar-btn">  
        <div class="btn-alert fa fa-clock-o"></div>  
        <div class="alert-top"></div>  
      </button>  
    </li>  
    <li class="dropdown">  
      <button class="navbar-btn btn-top">  
          
        <em class="cn-name-top">Buta Buta Buta Buta Buta Buta Buta</em>  
        <i class="fa fa-angle-down"></i>  
      </button>  
      <ul class="dropdown-menu">  
        <li>  
          <a href="patient-81-lets-schedule-meet"></a>  
          <i class="fa fa-address-book"></i>  
        </li>  
        <li>  
          <a href="#">appointment</a>  
          <i class="fa fa-sign-out"></i>  
        </li>  
      </ul>  
    </li>  
  </ul>  
</div>
```

White Paper

# Code Excellence

Herausforderungen  
und Chancen für Bayern

fortiss

Autoren

**Dr. Johannes Kroß**

fortiss GmbH,  
Guerickestr. 25,  
80805 München

**Peter Bludau**

fortiss GmbH,  
Guerickestr. 25,  
80805 München

**Prof. Dr. Alexander Pretschner**

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Software & Systems Engineering

[kontakt@fortiss.org](mailto:kontakt@fortiss.org)

---

# Inhalt

Vorwort	4
Auf einen Blick: die wichtigsten Erkenntnisse	5
Was sind die softwarebezogenen Herausforderungen in Unternehmen?	6
Qualität des Anforderungsmanagements	7
Test- und Code-Qualität	8
Wartbarkeit und Weiterentwicklung von Software	9
Bewusstsein für Software	9
Problemverursachende Faktoren	10
Weltweite Entwicklungen in der Softwaretechnik	11
Technologien in der Webentwicklung	11
Künstliche Intelligenz und Big Data	12
Distributed Ledgers	13
DevOps, Container und Cloud Computing	14
Entwicklung von Open Source Software	16
Bayernweite Nachfragen in der Softwaretechnik	17
Stärke in eingebetteten Systemen	17
Agile Methoden	17
Aussichten für Bayern	18
Werteverständnis und Kompetenzen für Software und Softwarearchitekturen	18
Kombination eingebetteter Systeme mit modernen Trends	19
Chancen nutzen	20
Impressum	22

---

## Vorwort

Software-Engineering ist die Schlüsseldisziplin in der Digitalisierung. Alle Innovationen stützen sich auf leistungsfähigen Code, und ein immer größerer Anteil der Wertschöpfung an Produkten und Dienstleistungen wird durch Software erzielt. Diese Kompetenz wird für einen Großteil der bayerischen Unternehmen fortlaufend wichtiger.

Das notwendige Wissen für Softwareentwicklung wird jedoch kontinuierlich breiter und komplexer. Deren Bedeutung und Auswirkung muss daher früh und adäquat erkannt werden. Softwareentwickler, aber auch Führungskräfte müssen in der Lage sein einzuschätzen, was sich hinter aktuellen Trends verbirgt. Darüber hinaus stellt die Beherrschung der Softwaretechnik methodisch und technisch und der Organisation unverzichtbare Kompetenzen für die Zukunftsfähigkeit eines Unternehmens dar. Die Bewertung der eigenen Kompetenzen und deren gezielter Aufbau innerhalb eines Unternehmens sind daher unumgänglich. Diese Herausforderungen nimmt das Center for Code Excellence (CCE) an und bildet eine unterstützende Anlaufstelle für bayerische Unternehmen. Das CCE unterstützt Unternehmen dabei, Probleme in Softwareentwicklungsaktivitäten zu erkennen, zu identifizieren und Verbesserungspotenziale durch gezielte Maßnahmen aufzubauen.

Das vorliegende White Paper erläutert grundlegende Herausforderungen in der Softwaretechnik für bayerische Unternehmen. Anhand der Ergebnisse einer Online-Umfrage werden häufige Schwierigkeiten in Unternehmen diskutiert und der Wert und der Nutzen von qualitativer Software hervorgehoben. Auf der Basis von öffentlichen Marktdaten wird anschließend ein Einblick in weltweite Entwicklungen von Techniken und Technologien für verschiedene Anwendungsfälle geliefert. Die Autoren ziehen einen Vergleich zu bayernweiten Trends, zeigen Themen auf, die es zu adaptieren gilt, und stellen die Alleinstellungsmerkmale bayerischer Unternehmen heraus. Das White Paper schließt mit konkreten Chancen und Vorschlägen, von welchen Themen und Entwicklungen der Softwaretechnik bayerische Unternehmen profitieren können und welche Kompetenzen sie dafür ausbauen müssen.

Nicht nur in Softwareunternehmen besteht Handlungsbedarf. Klassische Maschinenbauunternehmen müssen ihre Softwarekompetenzen dringend stärken. Andernfalls besteht die Gefahr, dass ihre Märkte von Softwareunternehmen besetzt werden, die sich umgekehrt die notwendigen Hardwarekompetenzen angeeignet haben.



# Auf einen Blick: die wichtigsten Erkenntnisse

- Bayern hat durch einen starken Anteil an Unternehmen im Bereich des Maschinenbaus und der industriellen Produktion besondere Ansprüche und Bedürfnisse an Kompetenzen für die Entwicklung und Qualitätssicherung von Software.
- Häufig bereiten bereits Anforderungen an Softwareprodukte Schwierigkeiten in Unternehmen. Für deren Dokumentation kommen immer häufiger in agilen Methoden verwendete Techniken zum Einsatz, werden aber nicht adäquat ein- bzw. umgesetzt.
- Testen von Software ist den meisten Unternehmen eines der größten Anliegen. Die Mehrzahl besitzt jedoch beispielsweise keine Testrichtlinien und legt ihren Tests nicht definierte Anforderungen zugrunde.
- Häufig wird der Entwicklungsprozess nicht gelebt und der Nutzen qualitativer Software und sauberer Softwarearchitekturen wird nicht verstanden, insbesondere auf Führungsebene. Ebenso besteht Handlungsbedarf bei der Unternehmenskultur.
- Weiterbildende Maßnahmen und simple Methoden zum Transfer von Wissen innerhalb von Unternehmen werden häufig nicht geboten; über die Zeit entsteht so ein Mangel an notwendigen Softwarekompetenzen.
- In Bayern steigt die Nachfrage an Themen wie beispielsweise agilen Methoden und DevOps sichtbar. Technologien wie C++, Matlab und Simulink sind nichtsdestotrotz die gefragtesten Themen.
- Weltweit besteht die größte Nachfrage in den Themen Künstliche Intelligenz, Big Data, Distributed Ledgers und Webtechnologien (z.B. JavaScript, Serverless). Ebenfalls ist eine weltweite Tendenz zu Open Source Software in diesen Bereichen klar erkennbar.
- Herausforderungen für bayerische Unternehmen bei der Entwicklung eingebetteter Systeme liegen einerseits in der Integration agiler Methoden unter Sicherstellung von verlässlichen und sicheren Qualitätsansprüchen und andererseits in der Kombination mit modernen Technologien und Schnittstellen.
- Das Center for Code Excellence (CCE) unterstützt Unternehmen dabei, die genannten Herausforderungen individuell zu identifizieren und Kompetenzen gezielt aufzubauen, sowohl auf Entwickler- als auch auf Führungsebene.

Weitere Informationen unter:

**[cce.fortiss.org/trends](https://cce.fortiss.org/trends)**  
**[cce.fortiss.org/check](https://cce.fortiss.org/check)**

# Was sind die softwarebezogenen Herausforderungen in Unternehmen?

Bevor die aktuellen und zukünftigen Themen und Trends im Software-Engineering beleuchtet werden, möchten wir zunächst auf die Sonderstellung und auch auf die daraus resultierenden Herausforderungen in Bayern eingehen.

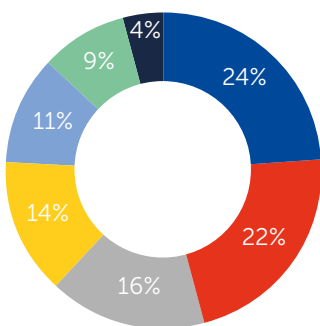
Im Unterschied zu vielen anderen (Bundes-)Ländern werden in Bayern hauptsächlich materielle Güter entwickelt. Dabei nehmen der Anteil und der Mehrwert der Software in diesen Gütern stetig zu. Maschinenbauunternehmen sind gezwungen, sich früher oder später mit Software-Engineering auseinanderzusetzen, um langfristig konkurrenzfähig zu bleiben.

In diesem Zusammenhang ist es auch angesichts der aktuellen Ausbildungslage unausweichlich, dass Software häufig von Ingenieuren und Mitarbeitern ohne Informatikausbildung entworfen, implementiert und instand gehalten wird. Hierbei entstehen oftmals Probleme, die im Bereich des Software-Engineerings zwar in der Theorie bereits verstanden und behandelt sind, aber auch bei ausgebildeten Informatikern häufig in der Praxis auftreten.

Um diese grundsätzlichen Schwierigkeiten gezielt anzugehen, müssen wir diese zunächst auf Basis einer breiteren Grundlage erheben, sammeln und verstehen. Hierfür haben wir eine Online-Umfrage durchgeführt. Die Umfrage beinhaltete allgemeine Fragen sowie Fragen zu den Aktivitäten Anforderungsmanagement, Entwicklung, Testen und Instandhaltung.

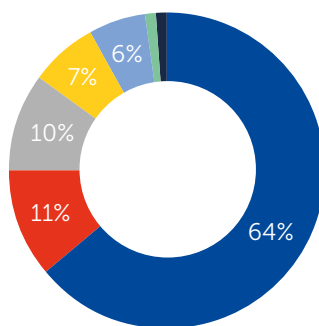
Insgesamt haben 250 Teilnehmer die Umfrage vollständig ausgefüllt. Der Tätigkeitsbereich der Teilnehmer ist ausgeglichen verteilt, wobei mehr als die Hälfte Software entwerfen, entwickeln und testen. 64% der Teilnehmer sind gelernte Informatiker. Die Hälfte der Teilnehmer stammt aus kleinen und mittleren Unternehmen und die andere Hälfte aus großen Unternehmen.

**Tätigkeitsbereich**



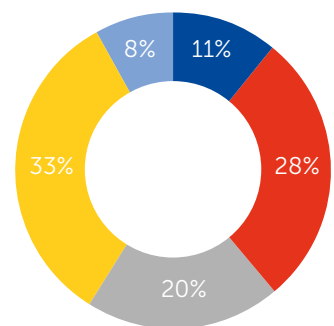
- Entwicklung
- Design & Architektur
- Testen
- Betrieb & Wartung
- Requirements Engineering
- Projektmanagement
- Produktmanagement

**Fachrichtung**



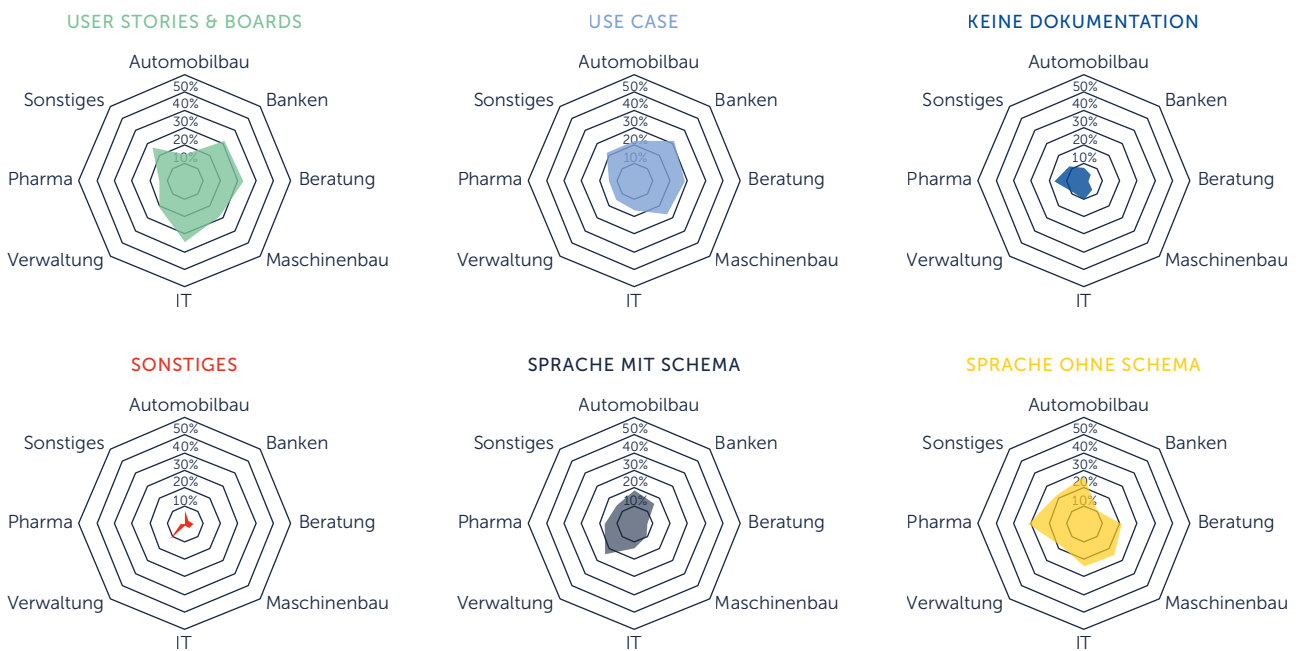
- Informatik
- Sonstiges
- Elektrotechnik
- Mathematik
- Wirtschaftsinformatik
- Physik
- Maschinenwesen

**Unternehmensgröße**



- weniger als 10
- 11–70
- 71–250
- 250–10 000
- mehr als 10 000

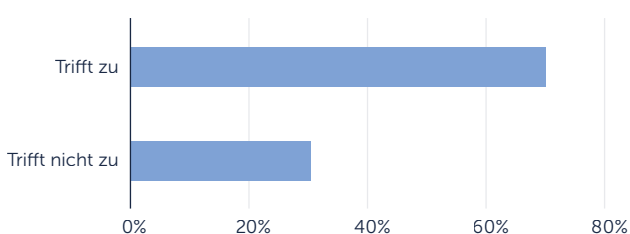
## Welche Methode wird am häufigsten zur Dokumentation von Anforderungen eingesetzt?



## Qualität des Anforderungsmanagements

Um Anforderungen zu dokumentieren, wird eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden verwendet. Auffallend ist, dass in fast allen Branchen zum einen User Stories zum Einsatz kommen, Anforderungen zum anderen aber auch häufig einfach nur mündlich überliefert werden. Ersteres unterstreicht, dass viele deutsche Unternehmen vermehrt auf agile Methoden setzen, Letzteres stellt ein immenses Problem bzgl. Qualitätssicherung und vieler Qualitätsattribute, bspw. Rückverfolgbarkeit, entlang des gesamten Softwarelebenszyklus dar.

### Entsprechen Anforderungen häufig eher Wunschvorstellungen?



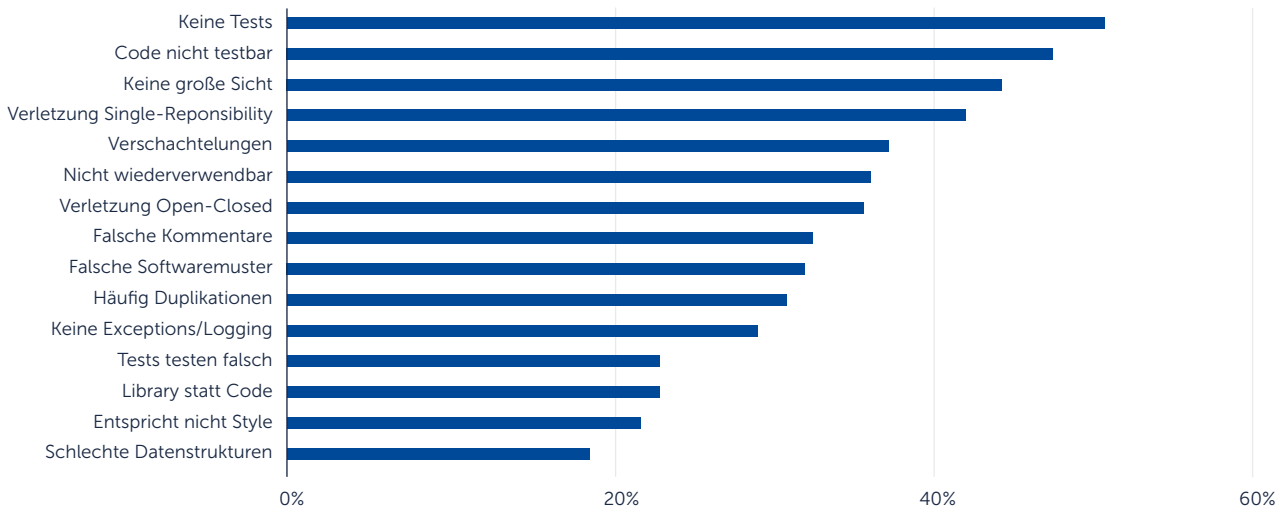
Daneben haben 70% der Teilnehmer angegeben, dass Anforderungen häufig eher „Wunschvorstellungen“ entsprechen. Dies untermauert, dass die Qualität von Anforderungen häufig in vielen Unternehmen nicht akzeptabel ist. Neben der mündlichen Überlieferung von Anforderungen mag ein mög-

licher Grund hierfür auch die falsche Anwendung agiler Methoden sein. Einerseits herrscht in der Praxis häufig das falsche Verständnis, dass agile Methoden implizieren, nichts dokumentieren zu müssen. Andererseits adaptieren Unternehmen häufig ein Vorgehensmodell, das an SCRUM angelehnt sein soll, und bilden Mitarbeiter zu sogenannten Product Ownern aus. Die Lehre von Methodiken zur Erhebung und Analyse von Anforderungen wird häufig vernachlässigt. Oftmals besitzen Mitarbeiter, die Anforderungen dokumentieren, aber auch keine Entwicklererfahrung. Dies erschwert das Schreiben von bspw. guten User Stories und Akzeptanzkriterien deutlich.

Ein weiterer möglicher Grund für die mangelnde Qualität von Anforderungen mögen ein fehlendes Service-Engineering und das fehlende Verständnis der Beteiligten für den Zweck und das dahinterliegende Geschäftsmodell der Software sein. Hierbei könnten Methoden wie Design Thinking und Design Sprints unterstützen.

In Bezug auf die in Bayern starken Branchen Automobilbau und Maschinenbau hat die Qualität des Anforderungsmanagements eine besondere Auswirkung, da hier gewöhnlich hardwarenah und in langen Release-Zyklen entwickelt wird. Im Gegensatz zur Webentwicklung können Softwareänderungen nicht in einem nächsten schnellen Inkrement beseitigt werden.

## Was sind die größten Schwierigkeiten bzgl. Code-Qualität?

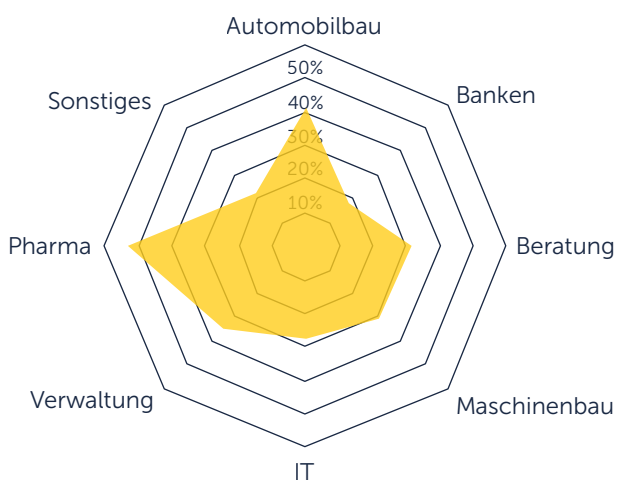


## Test- und Code-Qualität

Die größten Schwierigkeiten in Bezug auf die Qualität von Softwarecode bereitet das Testen. Die meisten Teilnehmer gaben an, dass in ihren Unternehmen häufig keine Tests vorhanden sind und Code auch teilweise überhaupt nicht testbar ist.

Dieser Aspekt wird unterstrichen von folgenden Aussagen: Knapp über 70% der Teilnehmer gaben an, keine definierten Testrichtlinien in Unternehmen zu haben, und über 60% gaben an, dass Tests nicht auf Anforderungen basieren. Letztere sind notwendig, um sicherzustellen, dass nicht nur richtig getestet wird, sondern auch das Richtige getestet wird.

### Wie viele Unternehmen haben definierte Testrichtlinien?



Eine andere Auffälligkeit ist, dass noch immer viele Unternehmen (46%) zwischen Entwicklern und Testern unterscheiden und das Testen der Entwicklung nachgelagert ist. Die Bildung von funktionsübergreifenden und interdisziplinären Teams, in welchen bspw. Tester entwickeln und Entwickler auch testen, ist ein wichtiger Aspekt zur Steigerung der Kommunikation, des Feedbacks und damit auch der Code-Qualität.

Neben der Testbarkeit ist ein weiteres häufiges Problem, dass bei der Entwicklung oftmals nur die aktuelle „kleine“ Aufgabe implementiert wird und dabei die Sicht auf das Große und auch auf die Architektur vernachlässigt wird. Aus unserer Praxiserfahrung mag hierbei auch die nicht richtige Anwendung agiler Methoden einer der Gründe sein sowie die Vernachlässigung der Rolle des Architekten und die Betrachtung von Refactoring als getrennte Aufgabe.

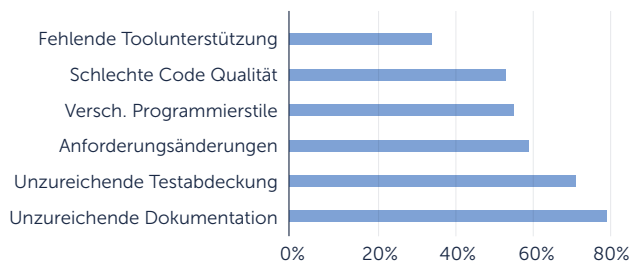
In ähnlicher Weise stellen ebenfalls typische Software-Engineering-Themen Unternehmen vor Probleme, wie z.B. das Single-Responsibility-Prinzip, Verschachtelungen, falsche Softwaremuster und häufige Duplikationen, gerade bei bereits länger existierenden Systemen. Eine Möglichkeit für Unternehmen, diese Themen zu adressieren und den Wissenstransfer zu steigern, ist die Einführung von Fertigstellungskriterien und die Mitaufnahme von Praktiken wie bspw. Pair-Programming und Feedbackzyklen durch Code-Reviews. Ersteres setzen sogar mittlerweile 42% der Unternehmen regelmäßig ein, Code-Reviews 52%. Hier gilt es, gezielt häufige Fehler in Checklisten zu sammeln und zu nutzen, sodass es klare Erwartungen für Reviews gibt und auch zukünftige Verbesserungen bzw. Fortschritte nachvollzogen werden können.



## Wartbarkeit und Weiterentwicklung von Software

Die größte Schwierigkeit beim Warten und Weiterentwickeln von Software ist die unzureichende Verfügbarkeit von Dokumentation. Dies hat bspw. eine besondere Auswirkung bei Altsystemen. In der Regel steckt das Wissen über solche Systeme in den Köpfen weniger Mitarbeiter, die auch zugleich die Einzigen sind, die diese Systeme bedienen können. Zugleich sind die Komplexität und die Wichtigkeit solcher Altsysteme teils so immens, dass diese Systeme nicht von heute auf morgen ersetzt werden können. Für den Fall, dass diese Mitarbeiter in den Ruhestand gehen, stellt dies ein enormes Risiko für Unternehmen dar.

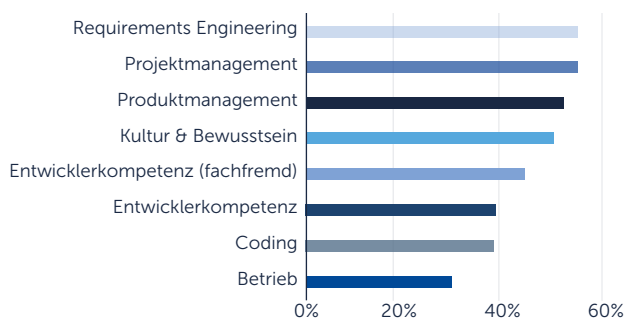
### Was sind die größten Schwierigkeiten beim Warten & Weiterentwickeln?



Neben der unzureichenden Testbarkeit stellen die Testabdeckungen, Änderungen von Anforderungen und die schlechte Code-Qualität Unternehmen vor die größten Herausforderungen. Dementsprechend sind die wichtigsten Themen für die Teilnehmer im Bereich Wartbarkeit und Weiterentwicklung von Software lesbarer Code, saubere Architekturen und Nachverfolgbarkeit von Aufgaben (Issues).

Zudem ist es überraschend, dass die Verteilung der Schwierigkeiten sowohl bei kleinen Unternehmen als auch bei sehr großen Unternehmen gleich ist.

### Wo sehen Mitarbeiter & Projektleiter den größten Handlungsbedarf, um exzellenten Code zu entwickeln?



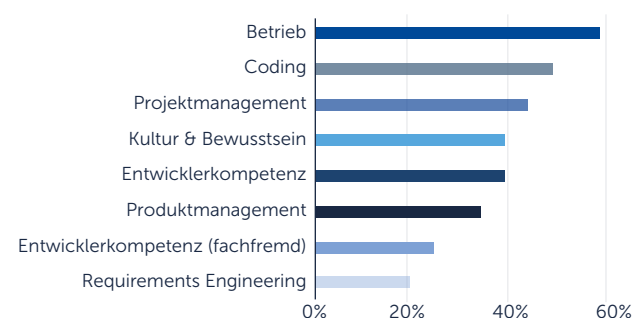
## Bewusstsein für Software

Neben spezifischen Fragen zu den Aktivitäten des Softwarelebenszyklus wurden zudem übergreifende und allgemeine Fragen zu den Entwicklungsvorgängen gestellt. Da sich in den vorherigen Abschnitten die Vernachlässigung der Dokumentation sowohl von Anforderungen als auch von Software bei der Entwicklung und Wartung bereits herauskristallisiert hat, ist es wenig verwunderlich, dass insgesamt 65% der Teilnehmer angaben, dass der Entwicklungsprozess nicht gelebt wird. Dies lässt vermuten, dass die Wertschätzung für professionelle und qualitative Software oft nicht in Unternehmen vorhanden ist. Dies wird noch deutlicher, wenn man die Ergebnisse nach der jeweiligen Position und Rolle der Teilnehmer aufteilt. So schätzen nur 43% der Geschäftsführer und Vorstände den Handlungsbedarf bei der Kultur und dem Bewusstsein für Software im Unternehmen als mittel und hoch ein, während 74% der Mitarbeiter (ohne Führungsposition) einen mittleren und hohen Handlungsbedarf sehen.

Ebenfalls sehen nur 35% der Geschäftsführer Probleme für den Fall, dass Mitarbeiter aus dem Unternehmen ausscheiden (und z.B. in den Ruhestand gehen), während 71% der Mitarbeiter dies als Problem sehen. Dies erscheint insbesondere dramatisch unter dem Aspekt der fehlenden Dokumentation.

Den größten Handlungsbedarf machen jedoch sowohl Geschäftsführer als auch Mitarbeiter in den gleichen Bereichen aus, nämlich beim Anforderungsmanagement und beim Produktmanagement. Insgesamt geben auch 65% der Teilnehmer an, dass oft in Projekten statt in Produkten gedacht wird.

### Wo sehen Geschäftsführer & Vorstände den geringsten Handlungsbedarf, um exzellenten Code zu entwickeln?



## Problemverursachende Faktoren

Zusammenfassend können wir die Einflussfaktoren auf die Qualität von Software in drei Kategorien einteilen – technische Einflussfaktoren, nicht technische Einflussfaktoren und übergreifende Einflussfaktoren. Die technischen Einflussfaktoren gruppieren sich rund um die Beherrschung der Softwaretechnik und betreffen sowohl Code als auch Dokumentation von Implementierungen und Tests.

Nicht technische Einflussfaktoren sind insbesondere das Werteverständnis für Software und die Unternehmenskultur, was aus unserer Sicht insbesondere Führungspositionen und Unternehmen, die materielle Güter herstellen oder agile Methoden einführen, betrifft. Ein weiterer relevanter nicht technischer Faktor ist das Zeitmanagement, der von nahezu allen Software-Engineers benannt worden ist. Aus unserer praktischen Erfahrung betrifft dies zwei Sichten: Einerseits mögen Manager ohne Informatikhintergrund oftmals nicht den Wert guter Softwarearchitekturen und qualitativer Codes verstehen und erzeugen Druck durch den Wunsch, möglichst viele funktionale Anforderungen zu implementieren, wobei die Anforderungen eher Wunschvorstellungen ähneln. Ein Teilnehmer hat hierzu geschrieben:

„Man hat scheinbar nie Zeit, etwas richtig zu machen, aber immer genügend Zeit, es zweimal zu machen.“ Andererseits haben sich in unserer Umfrage viele Entwickler mehr Zeit für Refactoring gewünscht. Dies impliziert, dass Code-Qualität nicht im Fokus steht und dass Refactoring oftmals als komplett separate Aufgabe angesehen wird. Aus unserer Sicht sollte dies Teil jeder Entwicklungsaufgabe sein und bspw. in den Fertigstellungskriterien enthalten sein – und auch bezahlt werden.

Als übergreifende Einflussfaktoren möchten wir noch die Weiterbildung und das Teamgefüge nennen. Viele Teilnehmer gaben an, sich selbst in ihrer Freizeit weiterzubilden und sehr wenig Unterstützung für die Weiterbildung durch das Unternehmen zu erhalten, auch aufgrund des Zeitmangels. Weiterer Faktoren, die auch zum Wissenstransfer beitragen, sind die Bildung von funktionsübergreifenden Teams und das Aufbrechen von z.B. getrennten Entwicklungs- und Testteams. Dabei können verhältnismäßig einfache Methoden wie Pair-Programming oder Feedback-Zyklen einen immensen Hebel für den Transfer von Wissen und die Steigerung der Kommunikation darstellen.



# Weltweite Entwicklungen in der Softwaretechnik

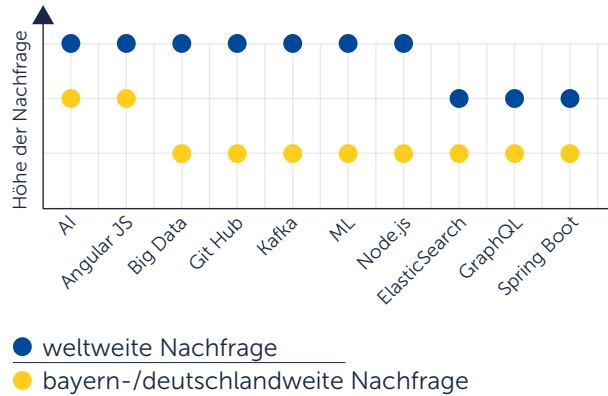
Bevor wir auf die konkreten Entwicklungen und Chancen für bayerische Unternehmen eingehen, möchten wir zunächst einen Vergleich zu den aktuellen weltweiten Entwicklungen in der Softwaretechnik ziehen, auf der Basis von weltweit gesuchten und geforderten Kompetenzen. Basis hierfür stellen öffentliche Stellenanzeigen dar, die wir seit Juli 2017 kontinuierlich erheben und analysieren. Die aktuellen Auswertungen dieser und weiterer Daten sind online frei verfügbar:

<https://cce.fortiss.org/trends>

Die nachfolgenden Technologien und Themen wurden ausgewählt, da zum einen deren Bedarf am Markt vergleichsweise stark gestiegen ist und da zum anderen die Nachfrage im weltweiten Vergleich höher ist als in Deutschland. Darüber hinaus haben wir aus unserer praktischen Erfahrung festgestellt, dass Unternehmen bei einigen dieser Themen Schwierigkeiten benennen, die Potenziale zu erkennen oder diese erfolgreich umzusetzen. Dies betrifft insbesondere Unternehmen, die Trends eines anderen Anwendungsgebiets für ihr Gebiet zu nutzen versuchen.

## Technologien in der Webentwicklung

Weltweit ist seit Jahren ein zunehmender Trend hin zu Webtechnologien und serviceorientierten Webanwendungen zu beobachten. Insbesondere die



Programmiersprache JavaScript zeigt ein stetiges Wachstum sowohl bei Front-End- (Vue.js, React.js, AngularJS) als auch bei Back-End-Anwendungen (Node.js und Express.js). Darüber hinaus bildet sich eine Vielzahl von weiteren Open-Source-Frameworks um JavaScript herum. Nicht zuletzt durch TypeScript lässt sich mittlerweile auch höherqualitativer Code entwickeln.

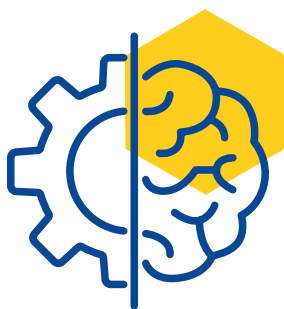
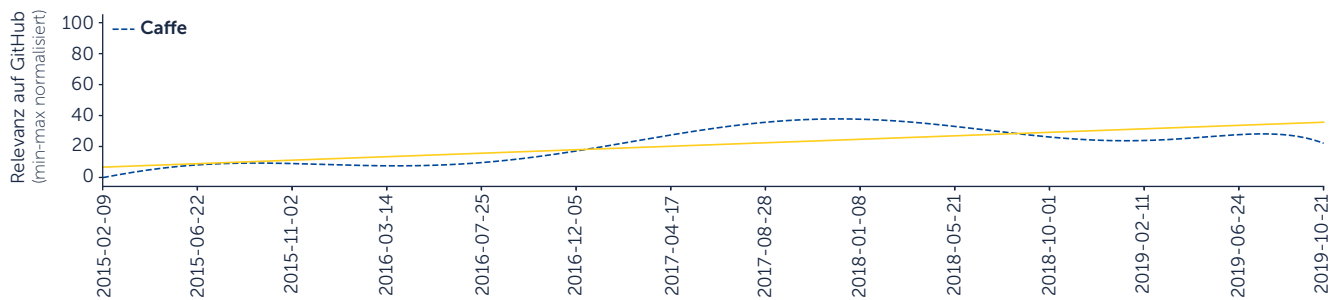
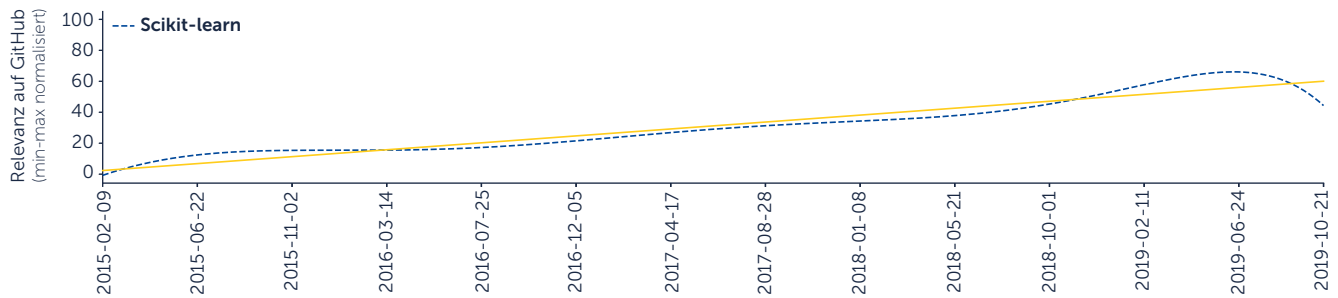
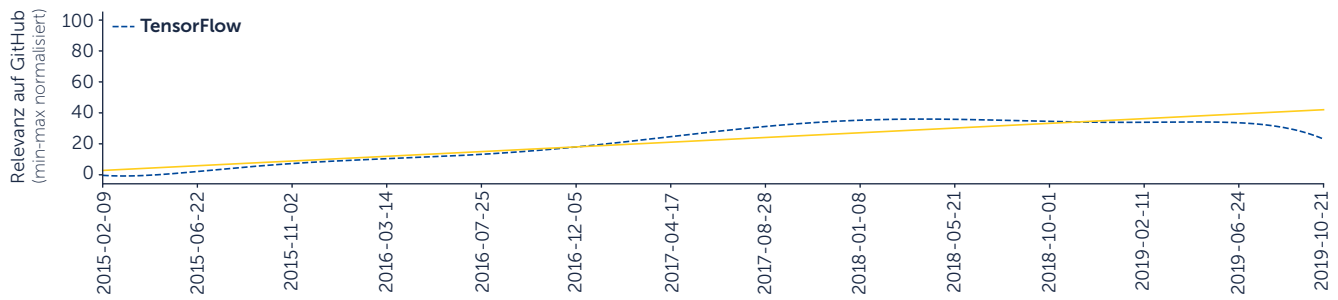
Vergleicht man die weltweite Entwicklung mit der deutschen Entwicklung, wird deutlich, dass hier deutsche Unternehmen noch nicht so fortgeschritten sind und PHP beispielsweise noch immer die gefragteste Webtechnologie ist.

### WELTWEITE ENTWICKLUNG

- 1 react
- 2 angular
- 3 php
- 4 node
- 5 ruby

### DEUTSCHE ENTWICKLUNG

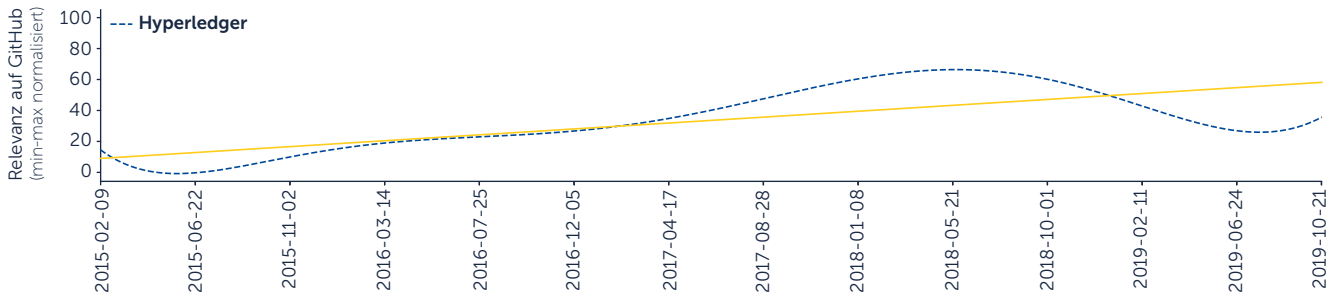
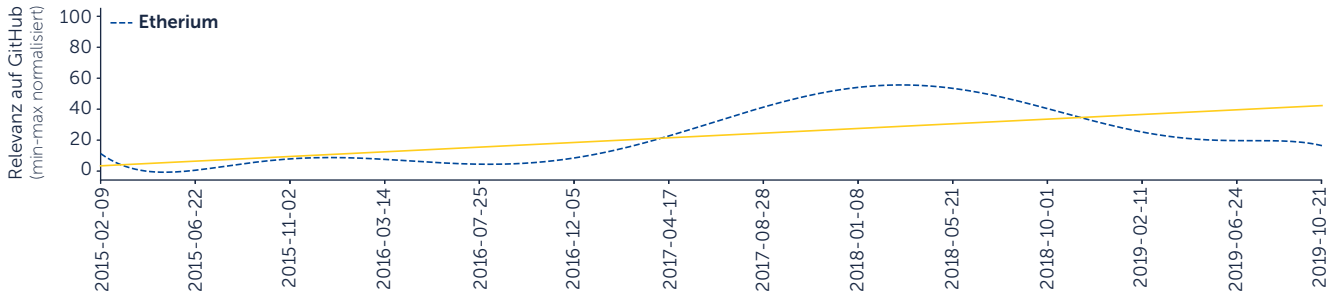
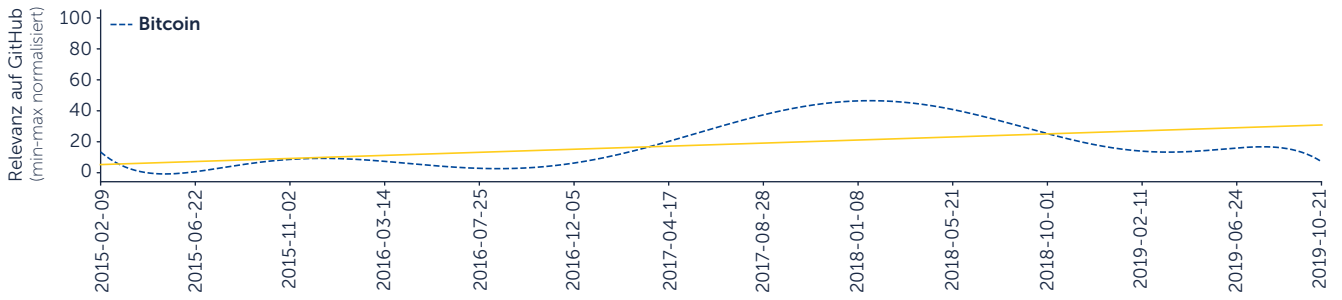
- 1 php
- 2 spring
- 3 angular
- 4 react
- 5 angularjs



## Künstliche Intelligenz und Big Data

Im Vergleich zur deutschen Nachfrage werden weltweit mehr Kompetenzen im Bereich Künstlicher Intelligenz (KI) und Big Data gesucht. Insbesondere steigt die Popularität von KI-Frameworks wie TensorFlow, Scikit-learn, Caffe, Microsoft Cognitive Toolkit und Big Data Frameworks wie Apache Beam, Apache Spark und Apache Flink (Letzteres stammt aus Deutschland).

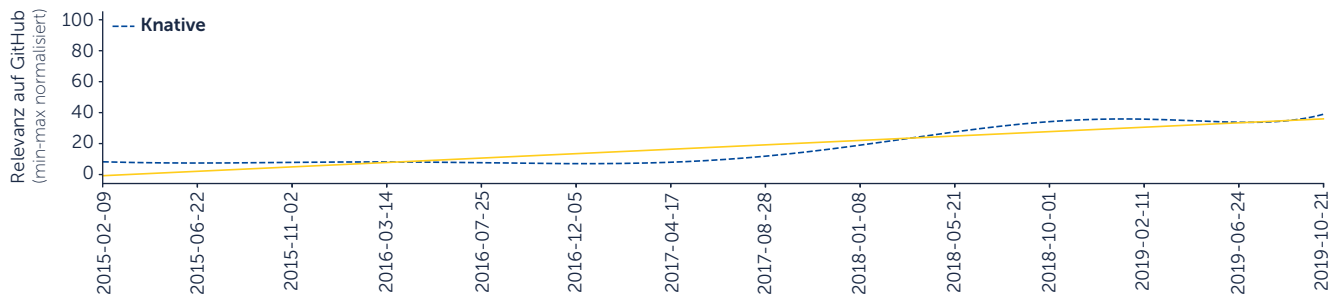
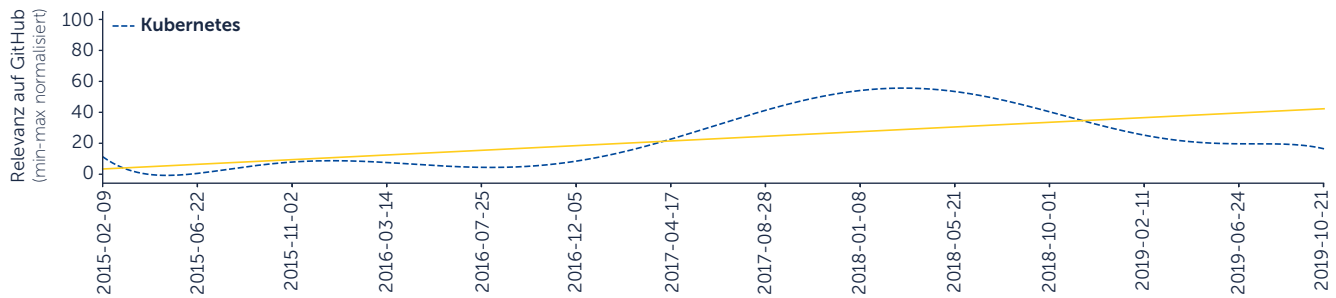
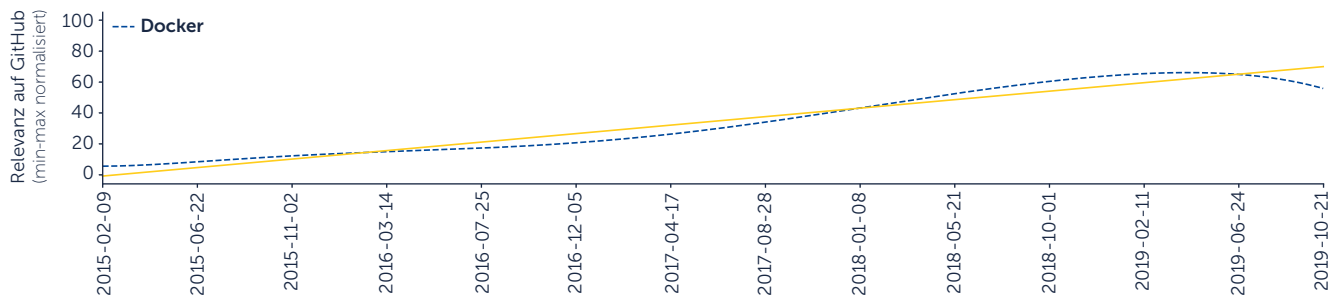
Gerade Künstliche Intelligenz und Big Data bieten enorme Potenziale, um aus maschinengenerierten Daten, die in Deutschland auf Grund der Stärke in den eingebetteten Systemen verfügbar sind, einen Mehrwert zu schaffen. Diese Herausforderungen wurden speziell in unserem zweiten White Paper „Künstliche Intelligenz – Chancen für Wirtschaft und Gesellschaft in Bayern“ behandelt.



## Distributed Ledgers

Auch auf Basis des Hypes um die Blockchain wachsen die Anzahl der Beitragenden und der Frameworks und Techniken für Distributed Ledgers wie z.B. Hyperledger Fabric, Ethereum. Grundlegend dienen diese dazu, Daten auf dezentrale Weise konsensbasiert zu verwalten. Ähnlich der Künstlichen Intelligenz bieten diese Technologien Chancen für bayerische produzierende Unternehmen, bspw. bei der maschinellen Kommunikation und Protokollierung von Maschinendaten.





## DevOps, Container und Cloud Computing

Weltweit ist weiterhin ein Trend zu schnelleren Release-Zyklen zu beobachten, insbesondere im Umfeld von Cloud Computing, in dem vermehrt Microservices in Containern orchestriert werden (z.B. Docker und Kubernetes) oder Serverless (z.B. Knative) betrieben werden. Dieser Trend ist ebenfalls in bayerischen Unternehmen zu sehen, wobei bei traditionelleren Unternehmen im Bereich des Maschinenbaus und der industriellen Produktion die Herausforderung besteht, schnellere Release-Zyklen mit der Entwicklung sicherheitskritischer Systeme zu vereinen.





## Entwicklung von Open Source Software

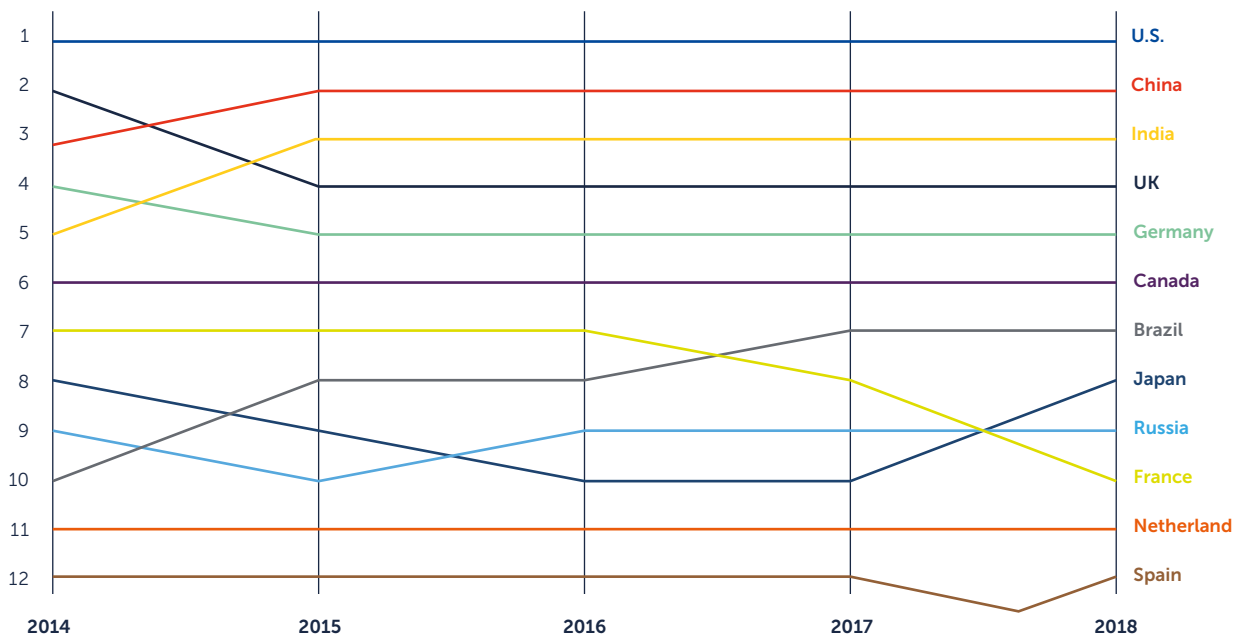
Sieht man sich die vorherigen weltweiten Trends von Technologien an, wird deutlich, dass die meisten davon Open-Source sind.

	contributors
<b>1</b> Microsoft/vscode	<b>19k</b>
<b>2</b> facebook/react-native	<b>10k</b>
<b>3</b> tensorflow/tensorflow	<b>9.3k</b>
<b>4</b> angular/angular-cli	<b>8.8k</b>
<b>5</b> MicrosoftDocs/azure-docs	<b>7.8k</b>
<b>6</b> angular/angular	<b>7.6k</b>
<b>7</b> ansible/ansible	<b>7.5k</b>
<b>8</b> kubernetes/kubernetes	<b>6.5k</b>
<b>9</b> npm/npm	<b>6.1k</b>
<b>10</b> DefinitelyTyped/DefinitelyTyped	<b>6.0k</b>

Quelle: <https://octoverse.github.com/projects>

Unter den aktivsten Projekten finden sich vor allem die Themen JavaScript (React, Angular, NPM), Machine Learning (Tensorflow) und Containerisierung (Kubernetes).

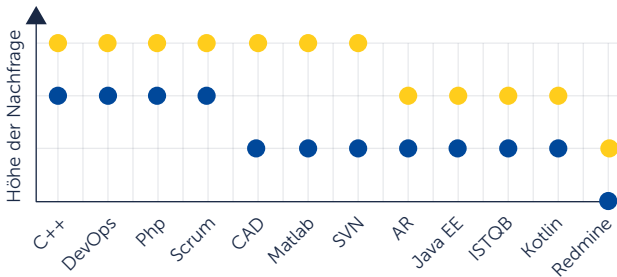
Insgesamt gibt es im Open-Source-Bereich für eingebettete Systeme ein großes Potenzial, da hier noch verhältnismäßig wenig Open-Source-Projekte existieren, natürlich mit bemerkenswerten Ausnahmen, etwa ROS. Weltweit geht der Trend dazu, gemeinsam Kernbibliotheken zu entwickeln, die Vorteile einer aktiven Gemeinschaft und Integration Dritter zu einem Themengebiet zu nutzen und sich letztendlich dadurch vermehrt auf die eigentlichen Kernkompetenzen und Anwendungen fokussieren zu können. Anhand dieses Beispiels könnten bayerische Organisationen diesen Schritt wagen und ebenfalls versuchen, Synergien zu schaffen und so ggf. auch fehlende Ressourcen (z.B. für die Instandhaltung) zu kompensieren.



Quelle: <https://octoverse.github.com/people#location>



# Bayernweite Nachfragen in der Softwaretechnik



- weltweite Nachfrage
- bayern-/deutschlandweite Nachfrage

Rund ein Drittel der Beschäftigten und 44% der Umsätze in der bayerischen Industrie entfallen auf den Maschinenbau und die Herstellung von Kraftwagen/-teilen (StMWi, Industrierbericht Bayern 2017). Weitere 15,9% der Industrieumsätze werden durch die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen erwirtschaftet. Gerade in diesen Wirtschaftszweigen, die zusammen mehr als die Hälfte der bayerischen Wirtschaftskraft ausmachen, werden Digitales und Software immer mehr zur Kernkompetenz.

Wie zuvor wurden nachfolgende Themen ausgewählt, da der Bedarf an ihnen vergleichsweise stark gestiegen ist. Jedoch ist die explizite Nachfrage nach diesen Softwarekompetenzen in Deutschland höher als im weltweiten Vergleich.

## Stärke in eingebetteten Systemen

Aufgrund der Ausprägung der Industrien ist es wenig verwunderlich, dass die größte Stärke und die meiste Kompetenz in Bayern im Bereich eingebetteter Systeme zu finden sind. Entsprechend sind vor allem C++, aber auch Matlab und Simulink, allen neuen Programmiersprachen und Frameworks zum Trotz, am Markt nach wie vor mit steigender Tendenz gefragt.

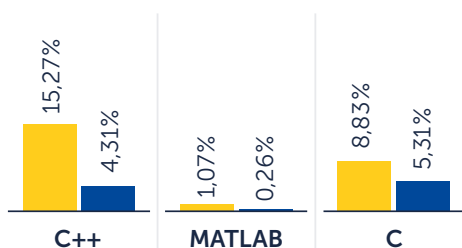
## Agile Methoden

Im weltweiten Vergleich wird im bayerischen und deutschen Arbeitsmarkt deutlich häufiger nach aktuellen Trends wie beispielsweise DevOps und Scrum gefragt. Gerade auch vor dem Hintergrund der Prominenz eingebetteter Systeme schätzen wir dies als ein gutes Zeichen dafür ein, dass Unternehmen langsam immer mehr versuchen, agile Methoden einzusetzen.

Wie unsere praktische Erfahrung zeigt, stellen jedoch die Umsetzung von agilen Methoden und die Transformation hin zu einem agilen Mindset Unternehmen vor große Herausforderungen. Dies betrifft den kulturellen Wandel, in dem einerseits Entwickler, Tester und Betreiber ihre Ziele selbst und flexibel setzen müssen und andererseits Manager eher die Moderatorenrolle übernehmen und emotional führen müssen. Diese Transformation erfordert Zeit und Disziplin. Alle Beteiligten müssen mitgenommen werden und den Inhalt, Sinn und Nutzen verstehen und leben. Fehlerhafte oder nachlässige Umsetzung hat eine direkte Auswirkung auf alle Qualitätsattribute, wie beispielsweise die Qualität der Anforderungen, der Dokumentationen und der Softwarearchitektur.

### Stärke in eingebetteten Systemen

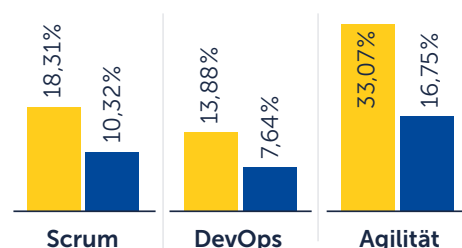
(Prozentualer Anteil in Stellenanzeigen)



### Agile Methoden

(Prozentualer Anteil in Stellenanzeigen)

- Weltweit
- Deutschland



# Aussichten für Bayern

Neben einer angepassten Unternehmenskultur bildet Software die Grundlage für die Umsetzung der Digitalisierung von Unternehmen und ihren Produkten. Entsprechend lassen sich Gelegenheiten und Chancen von Unternehmen nur dann ausschöpfen, wenn das Werteverständnis für Software und die Wichtigkeit und Rolle von Entwicklern und qualitativem Code, insbesondere bei Führungskräften und Managern, anerkannt und verstanden wird.

## Werteverständnis und Kompetenzen für Software und Softwarearchitekturen

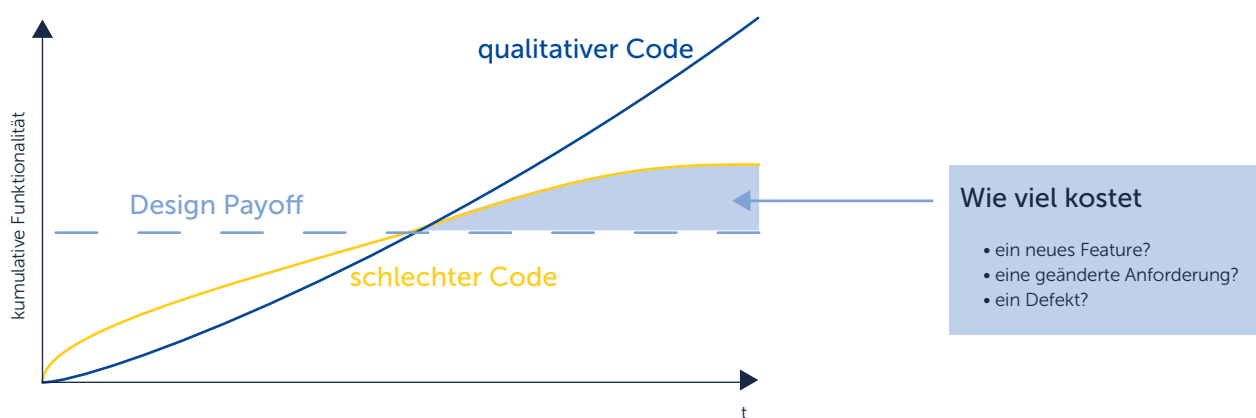
Unsere Online-Umfrage hat gezeigt, dass es einerseits bei der Unternehmenskultur einen großen Handlungsbedarf gibt, andererseits auch beim Verständnis für qualitative Software. In der abschließenden, offen gestellten Frage wurde überwiegend das Thema Zeit beklagt und das mangelnde Verständnis der Manager für bspw. notwendige Refactoring-Aktivitäten. Dies zeigt, dass die Wichtigkeit qualitativen Codes und Architektur noch nicht auf Managerebene, insbesondere auch aus späterer finanzieller Sicht, verstanden worden ist. Da in der Umfrage jedoch überwiegend Entwickler das angesprochene

Beispiel Refactoring nannten, zeigt es darüber hinaus, dass einige Entwickler das agile Mindset noch nicht vollständig verinnerlicht haben, da Refactoring häufig als separate Aktivität gesehen wird und nicht als kontinuierliche Teilaktivität jeder Aufgabe.

Unternehmen, insbesondere kleinere und mittlere Unternehmen, bei denen Software nicht von Anfang an Kernkompetenz war, scheinen häufig bei klassischen Themen der Softwaretechnik überfordert zu sein. Dies kann beispielsweise die Sicherstellung der Softwarequalität sowohl bei einer Entwicklung mit fixer Funktionalität und statischen Auslieferungsterminen sein als auch bei der Umsetzung von agilen Methoden.

Aus politischer Sicht bedarf es unseres Erachtens in Bayern insbesondere der vermehrten Schaffung von Aus- und Weiterbildungsformaten für Themen der Softwaretechnik (wie z.B. Design Patterns und Wiederverwendbarkeit), adressiert an Auszubildende, Studierende und Absolventen des Elektro- und Ingenieurwesens – aber insbesondere auch an bereits einschlägig Tätige. Aus Unternehmenssicht bedarf es der vermehrten externen Vermittlung und Schulung von Softwarekompetenzen, sowohl für gelernte Informatiker als auch für Fachfremde.

## Warum ist Code Excellence wichtig?



Quelle: Design Stamina Hypothesis (2007) Martin Fowler.



## Kombination eingebetteter Systeme mit modernen Trends

Flexibilität und Schnelligkeit werden ermöglicht durch Einsatz von Techniken des kontinuierlichen Engineerings und agilen Prinzipien mit schlanken Vorgehensweisen. Von besonderer Wichtigkeit sind neben automatisierten Werkzeugen zur Softwarequalitätssicherung insbesondere Technologien zur fortwährenden Auslieferung (Continuous Delivery) von Softwarediensten, und, in Analogie zu Kanban in der Produktion, das Konzept von agiler Softwareentwicklung mit emergentem Softwaredesign als fortwährendes und geplantes Experimentieren zur Weiterentwicklung und Systemoptimierung durch sich selbst organisierende Teams. Die besondere Herausforderung liegt nun darin, wie man die Schnelligkeit und Agilität bei der Entwicklung von Internetdiensten im Konsumentenbereich mit der Entwicklung qualitativ hochwertiger, verlässlicher und hochverfügbarer Softwaredienste, die auch sicherheitsrelevante Steuerungsfunktionalitäten übernehmen, kombinieren kann. Die Entwicklung und der Betrieb solcher Systeme ähneln dabei immer mehr einer kontinuierlichen Operation am offenen Herzen, und Änderungen im Betrieb müssen zeitnah und in nachweislich verlässlicher Art und Weise gehandhabt werden.

Daneben sind wir der Meinung, dass Unternehmen die Stärke eingebetteter Systeme durch die Kombination mit modernen Technologiestacks ausbauen sollten. Beispiele hierfür wären die Entwicklung von Schnittstellen und die Möglichkeit der Integration und Nutzung durch Dritte über webbasierte Standardprotokolle. Dies könnte die Verbreitung, Verfügbarkeit und Nutzung erlauben, Synergieeffekte hervorrufen und komplementäre Produkte ermöglichen.

Das Finden und Evaluieren der Potenziale sowie das Umsetzen moderner Trends überfordern jedoch häufig kleinere und mittlere Unternehmen und diese können nicht mit dem Tempo mithalten. Aus unserer Sicht bedarf es in Bayern daher neuer Lehrmethoden, um Wissen zu vermitteln, wie Trends für den eigenen Betrieb genutzt und umgesetzt werden können. Darüber hinaus bedarf es auch einer kontinuierlichen Unterstützung bei der Umsetzung, denn beispielsweise der kulturelle Wandel hin zu einem agilen Mindset kann nicht in klassischen Lehrmethoden innerhalb kürzester Zeit vermittelt werden.

## Chancen nutzen

Um Wissen zu klassischen Softwaretechnikthemen und neu auftretenden Trends zu vermitteln und bei der Umsetzung zu unterstützen, bildet das Center for Code Excellence (CCE) die unterstützende Anlaufstelle für bayerische Unternehmen. Dabei richtet sich das CCE sowohl an Softwareentwickler als auch an Projektmanager und Unternehmensmanager. Das Ziel ist es, Unternehmen und die dort tätigen Softwareentwickler in die Lage zu versetzen, herausragende, nachhaltige und zukunftsweisende Software – Code Excellence – zu entwickeln. Um dies zu erreichen, bietet das CCE verschiedene Maßnahmen an.

### 1. Gezielte Maßnahmen zum Aufbau von Kompetenzen für die Softwareentwicklung

Mithilfe des CCE Checks erhalten kleine und mittlere Unternehmen aus Bayern eine Überprüfung und Bewertung ihrer Softwareentwicklungsaktivitäten am Beispiel der Entwicklung eines Softwaresystems. Die Bewertung bildet einen wertvollen Startpunkt, um Verbesserungspotenziale der Techniken und Kompetenzen auf Basis des aktuellen Stands der Technik innerhalb eines Unternehmens zu identifizieren und zielgerichtet aufzubauen. Der CCE Check ist für alle kleineren und mittleren Unternehmen geeignet, die Software selbst entwickeln.

Mittels Interviews werden die wesentlichen Aktivitäten, ihre Einbettung und Abstimmung im Entwicklungsprozess und die verwendeten Techniken erfasst, die zu der Entwicklung des Softwaresystems beitragen. Basierend auf den Aktivitäten und Rollen der Teilnehmer, werden nur die jeweils relevanten Aspekte betrachtet und erhoben. Diese reichen vom Anforderungsmanagement über das Testen bis hin zur Bereitstellung von Software. Die gesammelten Informationen werden zueinander in Beziehung gesetzt und eine erste automatisierte Analyse in Bezug auf Software-/Systemqualitätsattribute (z.B. Wartbarkeit) und Prozessattribute (z.B. Rückverfolgbarkeit) steht sofort bereit.

Die individuellen Ergebnisse des CCE Checks werden in einem halbtägigen Workshop allen Teilnehmern zusammen mit ausgewählten Führungskräften vor Ort im Detail präsentiert und gemeinsam diskutiert. Auf Basis der Ergebnisse werden mögliche Verbesserungspotenziale identifiziert und priorisiert, Anreize geschaffen und konkrete Handlungsmaßnahmen entwickelt, um die Beherrschung der Softwaretechnik und Unternehmenskompetenzen zu fördern.

Mehr Informationen:  
<https://cce.fortiss.org/check/>

### 2. Vermittlung von Wissen und Unterstützung bei der Umsetzung

Das CCE bündelt eine Reihe wichtiger Themen und Anwendungsgebiete für Unternehmen in Bayern. Hierfür arbeiten wir eng mit Partnern aus der Industrie und aus Hochschulen zusammen, um einen möglichst umfassenden Zugriff auf Wissen zu ermöglichen. Über regelmäßige öffentliche Events eröffnen wir eine Plattform und ein Netzwerk, um Erfahrungen auszutauschen und Probleme und Lösungsansätze zu diskutieren.

Für die effektive Anwendung der Handlungsmaßnahmen des CCE Checks unterstützen wir Unternehmen und bieten an, diese bei der Umsetzung in die Praxis zu begleiten. Darüber hinaus stellt das CCE an die Unternehmensbedürfnisse angepasste, weiterbildende Formate für ausgewählte Themen zur Verfügung sowie das frei verfügbare Trendradar, das einen ersten Einstieg in softwarespezifische Themen bietet.

Mehr Informationen:  
<https://cce.fortiss.org/trends/>



---

# Impressum

**Veröffentlicht durch**

fortiss GmbH  
Guerickestraße 25  
80805 München

**Lektorat**

Lektorat Süd, München

**Gestaltung**

Sonja Taut

**Druck**

Cewe Print GmbH

**ISSN Print**

2699-1217

**ISSN Online**

2700-2977

**1. Auflage**

Februar 2020

**Bildnachweise**

Titel: shutterstock ©oatawa  
Seite 4: shutterstock ©PopTika  
Seite 10: shutterstock ©REDPIXEL.PL  
Seite 15: shutterstock ©Zakharchuk  
Seite 19: shutterstock ©Alexander Supertramp  
Seite 21: ©Astrid Eckert, München  
Seite 22: fortissGmbH ©Kathrin Kahle



Finden Sie hier weitere  
fortiss Whitepaper



fortiss ist das Forschungsinstitut des Freistaats Bayern für softwareintensive Systeme mit Sitz in München. Das Institut arbeitet in Forschungs-, Entwicklungs- und Transferprojekten mit Universitäten und Technologiefirmen in Bayern, Deutschland und Europa zusammen. Schwerpunkte sind die Erforschung modernster Methoden, Techniken und Werkzeuge des Software- & Systems-, AI- und IoT-Engineering und deren Anwendung auf kognitive cyberphysische Systeme.

fortiss ist in der Rechtsform einer gemeinnützigen GmbH organisiert. Gesellschafter sind der Freistaat Bayern (Mehrheitsgesellschafter) und die Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Alle Angaben in diesem White Paper wurden mit größter Sorgfalt zusammengestellt. Trotzdem sind Fehler nicht ausgeschlossen. Es wird weder eine Garantie noch eine juristische Verantwortung oder jegliche Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Informationen zurückzuführen sind, übernommen.

**fortiss GmbH**

Guerickestraße 25

80805 München

Deutschland

[www.fortiss.org](http://www.fortiss.org)

Tel: +49 89 3603522 0

E-Mail: [info@fortiss.org](mailto:info@fortiss.org)



**fortiss**



Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für  
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie