



VDE-STUDIE



DIGITALISIERUNG

2020

**VDE**

# Inhalt

Deutschland auf dem Weg in die Digitalisierung	4
Situation + Trend	5
Standortposition + Standortchancen	7
IoT Entwicklungsstand weltweit	8
Anwendungen	10
Die VDE-Agenda für die Digitale Gesellschaft Made in Germany	11
Trend-Check „Internet der Dinge“	19
Experten-Panel „Internet der Dinge“	25
Forderung der Experten	26
Und was tut der VDE konkret für die Digitalisierung?	28

## Impressum

**VDE** VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
Telefon: 069 6308-0  
service@vde.com  
www.vde.com

Bildnachweise ©: VDE e.V.  
Design: www.schaper-kommunikation.de

November 2016

# Deutschland auf dem Weg in die Digitalisierung

Die Digitalisierung schreitet mit schnellen Schritten voran und das Internet der Dinge (IoT) dringt zunehmend in unseren Alltag vor bzw. ist in weiten Bereichen schon angekommen. Das Potenzial zeigt sich auf vielen Feldern – von Industrie 4.0, über Energie und Mobilität bis zu Gesundheit und Wohnen – Themen, die der VDE-Kongress 2016 „Internet der Dinge“ ins Visier nimmt.

## Situation + Trend

Das Internet der Dinge (IoT) dringt zunehmend in unseren Alltag vor: Wie an den heute allgegenwärtigen Smartphones zu sehen ist, schreitet die Digitalisierung immer schneller voran. Der Nutzen der Vernetzung webbasierter Dienste und der Austausch von Informationen zeigt sich auf vielen Feldern – von Industrie 4.0, über Energie und Mobilität bis zu Gesundheit und Wohnen. Themen, die der VDE-Kongress 2016 „Internet der Dinge“ ins Visier nimmt.

Letztenendes bedeutet die „Digitale Transformation“ der Gesellschaft und Wirtschaft eine tiefgreifende Zäsur, denn die digitale Vernetzung als disruptiver Technologiesprung konfrontiert

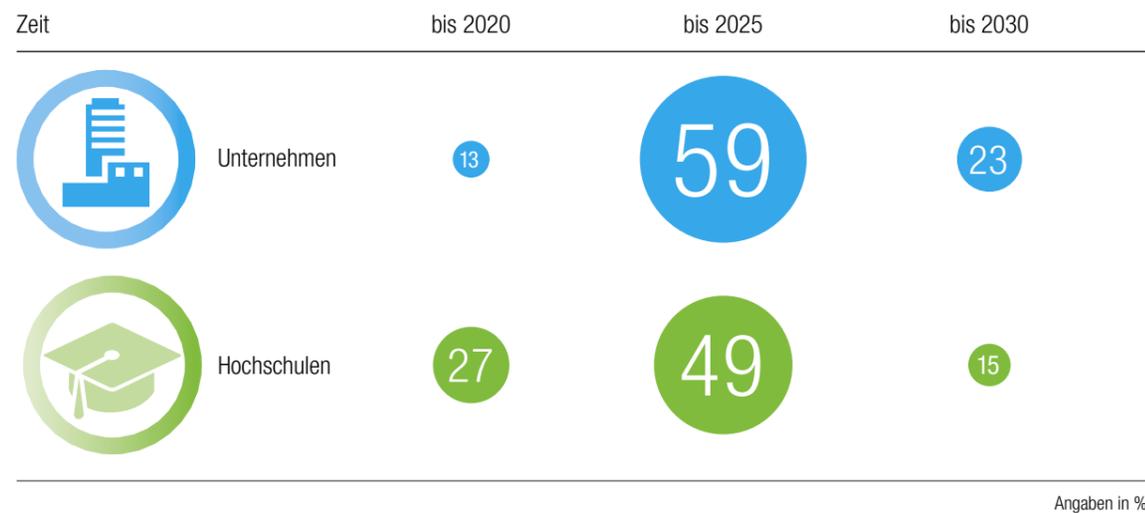
die Volkswirtschaften auch mit einem radikalen Strukturwandel. Bestehende Wertschöpfungsketten werden gesprengt, traditionell erfolgreiche Geschäftsmodelle und Marktpositionen stehen auf dem Prüfstand. Fundamental neue Denkweisen und Geschäftsmodelle erobern die Zukunftsmärkte: Man denke an die Firma Kodak, die zwar die digitale Fotografie eingeführt hat, aber zu lange an ihrem lukrativen Geschäft mit Filmrollen festhielt – bis es schlagartig wegbrach, aber kein neues Ertragsprinzip im selben Umfang aus der Digitalispartie früh genug als Ausgleich gestartet worden war. Kodak ist mittlerweile nur noch Geschichte.

## Goldgräberstimmung

Das „Internet of Things“ (IoT) sorgt für digitale Goldgräberstimmung. Führende IT-Konzerne und Unternehmensberatungen prognostizieren 50 Milliarden vernetzte Dinge weltweit bis 2020 und einen globalen wirtschaftlichen Mehrwert von bis zu 11 Billionen US-Dollar bis 2025 – rund ein Zehntel der geschätzten globalen Wirtschaftsleistung. Auch in deutschen Unternehmen gewinnt die digitale Transformation an Dynamik. Hiesige Industrieunternehmen wie Siemens oder Bosch oder die deutschen Autobauer bauen IoT-Plattformen auf, auch IT-Größen wie SAP sind aktiv. Aber nicht nur große Unternehmen, auch der innovationsfreudige Mittelstand – hier vor allem im Maschinen- und Automobilbau – treibt die Digitalisierung im eigenen Hause voran. Bis 2025 erwarten laut einer VDE-Umfrage zur Digitalisierung 73 Prozent der VDE-Mitgliedsunternehmen

die Transformation des Internets zum IoT. Damit verbunden sind ein grundlegender Wandel von Gesellschaft und Industrie. Innovative Anwendungsarenen wie Autonomes Fahren, Industrie 4.0 und intelligente Energieversorgung vom Smart Grid bis ins Smart Home, in denen die deutsche Forschung und Industrie bisher gut aufgestellt sind, „rufen“ nach einer intensiveren, kreativeren und beschleunigteren Überführung von Wissen in die zielgruppengerechte Anwendung. Deutschland darf sich jedoch nicht auf seinem Vorsprung beispielsweise in der Elektrotechnik oder Automation ausruhen, sondern muss mehr in digitale Schlüsseltechnologien wie Mikroelektronik investieren und daraus vor allem Anwendungen und Geschäftsmodelle entwickeln.

## Transformation zum Internet der Dinge (IoT)erfolgt bis



Die Systemfähigkeit und intelligente Vernetzung von Sensoren, Geräten, Maschinen und sonstigen Betriebsmittel ist eine Grundvoraussetzung für alle Zukunftsprojekte rund um die Digitale Transformation – in diesem technischen Aspekt ist die deutsche Industrie traditionell sehr stark. Allerdings besteht die entscheidende Herausforderung darin, die synergetische Verknüpfung von nicht mehr trennbaren Zukunftssegmenten nicht nur zu meistern, sondern auch übergreifend innovativ in nutzbare Anwendungen umzumünzen. Nur aus der Denke in übergreifenden Geschäftsmodellen, schon am Beginn eines Innovationsprozesses, werden aus Herausforderungen Lösungen, werden aus Chancen Marktvorteile. Die reine Umsetzung der Vernetzung von Geräten ist kein Differentiator, sondern die Qualität, mit der die Daten (innovativ) genutzt werden.

Ein Weg war bislang für viele Unternehmen hierzulande, sich mit proprietären Lösungen und Systemen im Wettbewerb zu beweisen und gleichzeitig ihren Markt abzuschotten. Dass diese Herangehensweise nicht mehr funktioniert, haben die großen US-amerikanischen Internet-Giganten frühzeitig erkannt. Sie setzten auf offene Plattformen, auf die verschiedene Stakeholder – auch die Mitbewerber – zurückgreifen konnten, um gemeinsam erfolgreich neue Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln und so den Gesamtmarkt zu vergrößern. Dieses Prinzip verfolgen mittlerweile auch einige deutsche Unternehmen, Beispiele dafür sind ein Teil der industriellen Ethernetprotokolle, die in unterschiedlichem Ausmaß „offen“ sind.

## Standortposition + Standortchancen

Deutschland liegt im internationalen Innovationswettbewerb gut im Rennen – beim Internet der Dinge wie auch bei vernetzten Systemen, Anwendungen oder IT-Sicherheit. Dies gilt vor allem für die hervorragende technische Basis und das große Wissen im Engineeringbereich. Dies ist aber kein Grund, sich auszuruhen, denn die große Gefahr ist wie so häufig, dass „deutsche Unternehmen erfinden“, die Produkte aber „die Anderen machen“.

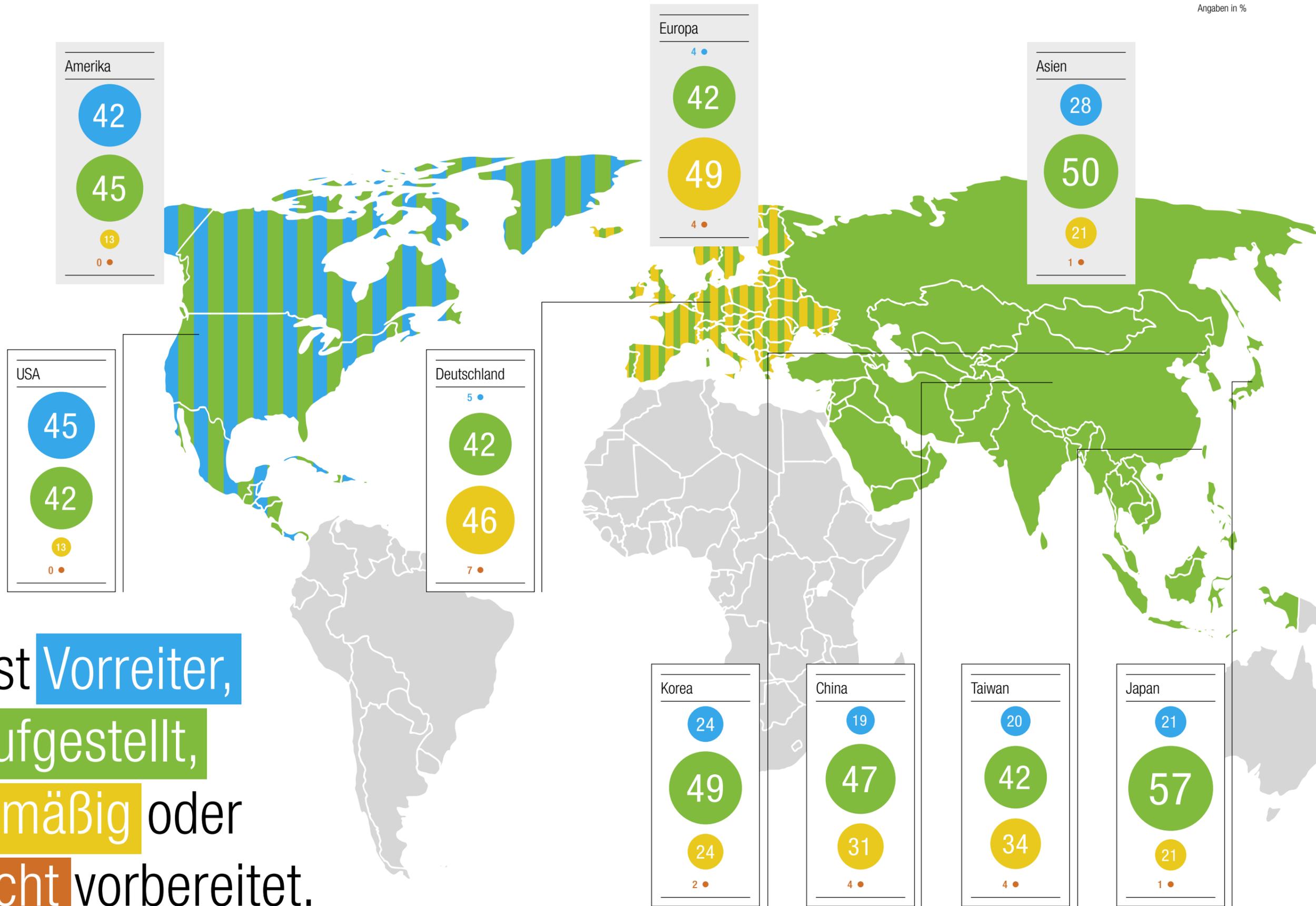
### Unsere Stärken:

- + innovative Unternehmen: die „(Hidden) Champions“ der Elektro- und Informationstechnik
- + effiziente Strukturen: zum Beispiel die Plattform Industrie 4.0 der Bundesregierung
- + eine gute Forschungsposition: z. B. 5G Lab Germany an der TU Dresden
- + eine Spitzenposition in der Automation als klassische Kernkompetenz deutscher Unternehmen
- + das Systemdenken unserer Ingenieure und die hohe Qualität unserer Hochschulen und Ingenieur-ausbildung

Was am Ende zählen wird, ist die Umsetzung dieses Potenzials für Effizienzsteigerungen, innovative Produkte und Geschäftsmodelle.

# IoT Entwicklungsstand weltweit

Angaben in %



Wer ist **Vorreiter**,  
**gut aufgestellt**,  
**mittelmäßig** oder  
**schlecht** vorbereitet.

## Anwendungen



### Industrie 4.0

Wie dramatisch dieser digitale Strukturwandel ist und welche Chancen und Potenziale die digitale Vernetzung für die Produktion eröffnet, zeigt eine europäische Studie von Roland Berger Strategy Consultants im Auftrag des BDI. Sie stellt mit Blick auf Industrie 4.0 fest: „Den vielversprechenden Möglichkeiten vernetzter, effizienterer Produktion und neuer Geschäftsmodelle stehen dramatische Risiken gegenüber: Bis 2025 könnte Europa einen Zuwachs von 1,25 Billionen Euro an industrieller Bruttowertschöpfung erzielen, aber auch einen Wertschöpfungsverlust von 605 Milliarden Euro erleiden.“ Allein für Deutschland wird bis 2025 ein zusätzliches kumuliertes Wertschöpfungspotenzial von 425 Milliarden Euro prognostiziert.



### Mobilität

Der Bereich Automotive und Mobilität wird nicht nur von Industrie 4.0 (r)evolutioniert. Mobilität wird im Internet der Dinge bis 2025 durch die Kombination von Verkehrs- und Kommunikationsinfrastruktur auf eine völlig neue Ebene gehoben. Unfälle könnten der Vergangenheit angehören, Staus sollten die Ausnahme sein. Vernetzte automatisierte Fahrzeuge werden autonom manövrieren und Telematiksysteme den Verkehrsfluss optimieren. So die Ergebnisse der VDE-Studie „Mobilität 2025“ für das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi).

Die Liste innovativer Anwendungen ist lang: Sie reicht von Industrie 4.0, über Energie und Mobilität bis zu Gesundheit und Wohnen. Das intensive Denken und Arbeiten an und in innovativen Geschäftsmodellen wird Potenziale aufkeimen lassen, die wir heute noch nicht auf dem Radar haben. Um sie zu heben, müssen wir uns und unsere Methoden grundsätzlich auf das Data Integrated Living einstellen. Analysen, Studien und Umfragen des VDE zeigen: Wenn Deutschland das nächste Kapitel des Internets gestalten will, muss es seine Performance in den Kernbereichen der Digitalisierung weiter optimieren und neues Denken in innovativen, digitalen Geschäftsmodellen forcieren. Unternehmen in Deutschland müssen sich öffnen und Allianzen eingehen, um den Standort Deutschland fit für die digitale Zukunft zu machen. Sonst überlassen wir die digitale Wertschöpfung Anbietern wie Alphabet/Google, Facebook, Amazon und anderen, die durch ihre gewaltigen Kompetenzen beim Verknüpfen und Nutzen von Daten mit neuen Geschäftsmodellen durch die Hintertüre auch unsere Kernkompetenzen bei industriellen Technologien relativieren bzw. das Sahnehäubchen der Wertschöpfung oberhalb der technischen Komponenten abschöpfen oder sogar – Stichwort autonomes Fahren – den Kern der deutschen Industrie angreifen. Immerhin haben Amazon wie auch Google bereits rund 20 Jahre Erfahrung im erfolgreichen Datamining und der Entwicklung von Geschäftsmodellen in diesem Bereich. Dazu verfügt z. B. Alphabet/Google derzeit über Kapitalreserven von rund 73 Mrd. Euro für eventuelle Investitionen.

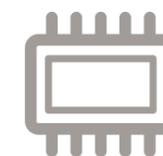
## Die VDE-Agenda für die Digitale Gesellschaft Made in Germany

### 1 Schlüsseltechnologien

Ein Schlüsselfaktor zu smarten Lösungen und wirtschaftlichen Spitzenpositionen in nahezu allen industriellen Anwenderbranchen sind die sogenannten „Key Enabling Technologies“. Die Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik (MST) schafft das Nervensystem eines jeden digitalen Organismus und des Internets der Dinge insgesamt. Ohne das Nervensystem aus miniaturisierten, multifunktionalen und autark operierenden Sensor-/Aktorsystemen zur Aufnahme, Verarbeitung und Übertragung von Daten bleibt der digitale Organismus leblos. Seine Blutbahnen können ihn nicht versorgen – es gäbe keine Energiewende. Er könnte seine Muskeln und produktiven Fähigkeiten nicht nutzen – es gäbe keine Industrie 4.0. Die gesamte Koordination seiner verschiedenen Funktionen verfiere in Chaos – das direkte Gegenteil von verzahnten smarten Konzepten wie Smart Factories, Smart Grid, Smart Cities oder Autonomes Fahren. Kurz: Die Mikroelektronik sowie Kommunikation schafft die Basis für Spitzenpositionen in nahezu allen industriellen Anwenderbranchen. Grundlage dafür ist jedoch eine umfassende Cyber-Sicherheit.

Um das IoT effizient gestalten zu können, muss der Mikroelektronik-Standort Deutschland/Europa gestärkt werden, sagen:

65 %  
der Unternehmen und Hochschulen



Schon heute sind Mikrosysteme im Verborgenen – z. B. als Embedded Systems – fast omnipräsent. Entsprechend groß ist ihre wirtschaftliche Bedeutung: Das Umsatzvolumen allein in Deutschland liegt im zwei- bis dreistelligen Milliardenbereich mit Wachstumsraten bis zu 10 Prozent. Dazu kommen Hebeleffekte mit bis zu Faktor 25 und bis 2020 ein prognostizierter Anstieg MST-abhängiger Arbeitsplätze in Deutschland auf knapp eine Million. Der deutsche Umsatzanteil am globalen MST-Kuchen soll bis auf 21 Prozent steigen. Allerdings wachsen erst im Internet der Dinge die mikroelektronischen und mikrosystemtechnischen Nervenzellen zu einem realen Nervensystem zusammen.

Noch ist Deutschland/Europa eine führende Region in der Welt, wenn es um Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik geht. Aber zwei Drittel der VDE-Mitgliedsunternehmen betonen, dass diese Position nur gehalten werden kann, wenn der Mikroelektronik-Standort weiter gestärkt wird. Nur mit einer starken Mikroelektronik können Deutschland und Europa das Internet der Dinge effizient ausbauen, nutzen und gleichzeitig die technologische Abhängigkeit vom Ausland reduzieren. Kurzum: Eine starke Elektronikindustrie ist systemrelevant für den Standort. Aber Mikrochips kommen nach wie vor aus Asien, und im Bereich Software und Data Mining sind die USA führend. Deshalb fordert der VDE, die Mikroelektronik als Basistechnologie Nummer 1 im Rahmen einer europäischen Industriepolitik strategisch zu stärken, sodass die gesamte Innovationskette vom Design über die Fertigung bis zur industriespezifischen Anwendung in Deutschland und Europa präsent ist.

**80%**  
der Unternehmen fürchten eine US-Dominanz bei technischer Software und Internet-Plattformen.



Das neue Rahmenprogramm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und der Bundesregierung zur Förderung von Forschung und Innovation in der Mikroelektronik mit einem Volumen von 400 Millionen Euro von 2016 bis 2020 ist ein wichtiger Schritt in die richtige Richtung. Das ist über ein Drittel mehr als zuvor. Allerdings muss erheblich mehr investiert werden, um der amerikanischen und asiatischen Dominanz etwas entgegensetzen zu können. EU-weit wären jährliche Investitionen von 25 Mrd. USD nötig, um der asiatischen und US-Dominanz etwas entgegensetzen zu können. Selbst die ECSEL-Initiative der EU, die mit 10 Mrd. Euro und dem Anschieben von weiteren 100 Mrd. Euro Europas Chipindustrie bis 2020 zu einem Marktanteil von 20 Prozent führen soll, ist hierzu nicht ausreichend.

So wichtig und richtig die kombinierte und vernetzte europäische und nationale Förderung im Rahmenprogramm, in ECSEL, in PENTA und das Bestreben ist, die Investitionsförderung über ein „Important Project of Common European Interest“ zu verbessern: Wird dies ausreichen, um im Innovationswettbewerb gegen Asien und Amerika zu bestehen? Es geht hier um nicht weniger als das Herzstück der deutschen Industrie. In der Finanzpolitik war in den letzten Jahren viel von europäischen Billionen-Bazookas zu hören und zu lesen. Die Mikroelektronik und ihre Anwendungen speziell für die starken deutschen Industriezweige von Automatisierung bis Automotive ist ein sinnvoller Ort, sie einzusetzen.

## 2 IT-Sicherheit

Die Potenziale der Digitalisierung können nur dann ausgeschöpft werden, wenn es gelingt, Vertrauen in die Sicherheit der Internet-Datenübertragung zu schaffen. Digitalisierung setzt deshalb die Sicherheit von Daten und Infrastrukturen voraus. Hier sehen VDE-Mitgliedsunternehmen die größten Barrieren für das IoT. Eine starke und eigenständige Mikroelektronik-Industrie eröffnet daher auch mit Blick auf die IT-Sicherheit vielversprechende Perspektiven. Schutz vor Spionage und Sabotage aus dem Internet bietet eine Datenverschlüsselung durch Mikroelektronik

in Verbindung mit speziell dafür entwickelter Software. Die europäischen Mikroelektronik-Unternehmen sind auf dem Gebiet der Krypto-Prozessoren international führend. Damit eröffnet sich die Chance, Cybersicherheit zum Wettbewerbsvorteil zu machen.

Beim Thema Sicherheit geht es aber nicht nur um IT-Sicherheit im engeren Sinn, eine ganzheitliche Betrachtung ist erforderlich. Die Herausforderung besteht darin, dass es mit steigender Komplexität von Systemen immer schwerer wird, alle Eigen-

**91%**  
der Unternehmen und Hochschulen halten die IT-Sicherheit für ein erfolgskritisches Thema für das IoT und die Digitalisierung.



der Unternehmen und Hochschulen

**71%**  
der Unternehmen und Hochschulen halten die IT-Sicherheit für ein technologie- und forschungspolitisches Thema mit höchster Priorität.



der Unternehmen und Hochschulen

schaften zu durchschauen und zu überprüfen. Damit steigt das Risiko von Lücken, die zu Ausfällen führen oder für Angriffe genutzt werden können. Der Oberbegriff Sicherheit muss umfassend interpretiert werden im Sinne von Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Nutzerfreundlichkeit des gesamten Systems. Die Herausforderungen reichen von einer zuverlässigen Stromversorgung über zuverlässige Hardware (Stichwort Hidden Electronics), robuste Übertragungs-, Verschlüsselungs- und Authentifizierungsver-

fahren, insbesondere bei der allgegenwärtigen Funkübertragung bis hin zu Anwendungen und Nutzerschnittstellen, die den Einsatz von Sicherheitsmaßnahmen erleichtern. Um die Herausforderungen zu überwinden und Deutschland zum sichersten Datenstandort der Welt zu machen, erarbeiten VDE und Bundesregierung gemeinsam Sicherheitslösungen Made in Germany – Lösungen mit Exportpotenzial bei Anwendungen wie Industrie 4.0 oder Autonomes Fahren.

## 3 IKT-Infrastruktur

Eine wesentliche Voraussetzung für die vernetzte Digitalisierung der Wirtschaft und Gesellschaft ist der Ausbau der breitbandigen IKT-Infrastruktur. Denn wir brauchen zu jeder Zeit und überall verfügbare Kommunikation in Echtzeit, um die bis 2020 prognostizierten 50 Milliarden „Dinge“ effizient im Internet zu verknüpfen. Es geht daher nicht nur um die Verbreitung bestehender Datenstraßen, sondern um den Neubau eines Highspeednetzes mit völlig neuen Qualitäten: den Aufbau des 5G-Netzes.

Der künftige Kommunikationsstandard 5G fungiert quasi als Backbone, der sowohl die kommende zellulare Mobilfunkgeneration als auch WLAN sowie weitere Technologien verbindet.

Hochflexible softwaregetriebene Plattformen könnten auf personalisierte und auf industriespezifische Anforderungen zugeschnittene Lösungen schnell und effizient bereitstellen – egal ob extremer Datendurchsatz, ultrakurze Latenzzeiten und höchste Verfügbarkeit oder die Anbindung von Milliarden von Geräten gefragt sind. Die Ziele von 5G sind folglich ambitioniert: 100-fach höhere Datenraten als heutige LTE-Netze, die Versorgung von 100-mal so vielen Nutzern auf gleicher Fläche, extrem niedrige Latenzzeiten mit einem Ping von unter 1 Millisekunde, 2.000-fach geringerer Energieverbrauch der Netze und wesentlich leistungsfähigere Akkus. Erst eine High-Performance-IKT ermöglicht den Durchbruch von Anwendungen wie Autonomes Fahren, Smart Home, Smart Energy oder Industrie 4.0 Made in Germany. Knapp die Hälfte der VDE-Mit-

Flächendeckenden Breitband-Ausbau fordern

**82%**  
der Unternehmen und Hochschulen



**58%**  
der Unternehmen fordern eine schnelle Entwicklung und Nutzung von 5G.



gliedsunternehmen fordert daher bereits heute, in einem frühen Entwicklungsstadium, eine stärkere Unterstützung für 5G. Denn ohne die bestmögliche IKT-Infrastruktur mit High-Performance-Mobilfunknetzen und Echtzeit-Internet wird Deutsch-

land nur die Rücklichter seiner Mitbewerber sehen. Aber Europa investiert sieben Mal weniger als Südkorea, gerade einmal 0,21 Prozent des Bruttoinlandsprodukts in IKT.

#### 4 Standardisierung

Um die Chancen der Digitalisierung zu nutzen, ist ein verstärktes Engagement in der Standardisierung gefragt. Ohne weltweit einheitliche Normen keine global vernetzte Wirtschaft und Industrie, kein Erfolg für Industrie 4.0, IT-Sicherheit oder 5G. Für die deutsche Elektro- und IT-Branche ist es daher von größter Bedeutung, Normung als strategisches Instrument für die Umsetzung innovativer Ideen in marktfähige Produkte zu nutzen – gerade bei grundlegenden Systemthemen wie dem Internet der Dinge.

Die horizontale sowie vertikale Kommunikation aller Teilnehmer im Internet of Things kann nur auf Basis vereinbarter gemeinsamer Standards gelingen. Eine besondere Rolle kommt der Kommunikationstechnik sowie der Standardisierung der Semantik und Syntax von Informationsinhalten zu. Da es sich um weltweite und Domain-übergreifende Entwicklungen handelt, gilt es, die Normung nicht nur auf nationaler, sondern auch auf internationaler Ebene voranzutreiben und über die Grenzen einzelner Normungsorganisationen hinaus abzustimmen. Auf internationaler Ebene wird derzeit im ISO/IEC-Gremium „Internet of Things“ daran gearbeitet, den Normungsbedarf zu bestimmen, die nötigen Standards zu konsolidieren und Lösungen zu erarbeiten. Die deutsche Regierung hat die Notwendigkeit offener und interoperabler Normen und Standards für die

Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft erkannt und das Thema Normung auf die Agenda ihrer Präsidentschaft der wichtigsten Industrie- und Schwellenländer (G20) gesetzt. Damit der exportorientierte Hightech-Standort Deutschland international mit einer Stimme spricht, bündeln VDE und DKE für die Bundesregierung die Interessen und Themen zum G20-Gipfel im Jahr 2017.

Wichtige Zeichen in der internationalen Normung setzten bereits die Plattformen „Innovative Digitalisierung der Wirtschaft“ und „Industrie 4.0“. Das „Standardization Council I4.0“ initiiert und koordiniert Standards als Interessenvertretung gegenüber den internationalen Konsortien der IT/Internetwelt. Gleichzeitig unterstützt das Council die „Real-Implementierung“ von Industrie 4.0 in sogenannten Testbeds. Dieser Ansatz ist weltweit einmalig und zeigt die starke Position Deutschlands in der Normung. Mit RAMI 4.0 liegt bereits eine Referenzarchitektur für die smarte Fabrik vor. An weiteren Standards wird national wie international intensiv gearbeitet. Dies unterstreicht die zwischenzeitlich enge Zusammenarbeit der Plattform Industrie 4.0 und des Industrial Internet Consortium.

**73%**  
der Unternehmen werden ihren Anteil an Elektroingenieuren und IT-Experten erhöhen.



#### 5 Digitale Bildungsexzellenz

Deutschland braucht mehr Bildungsexzellenz und eine digitale Bildungsoffensive. Innovative Lösungen für die Zukunft werden von Wissenschaftlern und Ingenieuren entwickelt, insbesondere von Elektroingenieuren und IT-Experten. Eine VDE-Erhebung zum Arbeitsmarkt belegt: Im entscheidenden IoT-Korridor von 2016 bis 2026 benötigt Deutschland rund 100.000 Ingenieure der Elektro- und Informationstechnik mehr, als hierzulande ausgebildet werden – rund 10.000 mehr pro Jahr. Dabei stehen sie in einem verschärften Wettbewerb mit Industriestandorten in Amerika, Asien und Europa.

Der Trend zu Elektromobilität, Smart Grids, Smart Cities und Industrie 4.0 wird den Bedarf an Elektroingenieuren und IT-Experten weiter erhöhen, sagen

**87%**  
der Unternehmen



Nur **9%**  
der Unternehmen

glauben, dass sie ihren Bedarf an Elektroingenieuren und Informatikern in den nächsten Jahren ausreichend decken können.

Absolventen und „Young Professionals“ in der Elektro- und Informationstechnik haben exzellente Berufschancen, glauben

**89%**  
der Unternehmen



**68%** leiden an Engpässen beim wissenschaftlichen Nachwuchs in der Elektrotechnik.

der Hochschulen



Es geht aber nicht nur um das „Wieviel“, sondern auch um das „Wann“ und „Wie“ der Ausbildung. Unsere Jugendlichen werden in Schule, Ausbildung und Universität noch nicht ausreichend systematisch auf neue Methoden und Inhalte vorbereitet. Großen Aufholbedarf gibt es bei der digitalen Qualität der Ausbildung. Es gilt daher, den deutschen Schulen und Hochschulen von der Kreidezeit ins digitale Zeitalter zu verhelfen. Denn beim Einsatz digitaler Medien, moderner didaktischer Konzepte und kreativer pädagogischer Methoden im Unterricht hinkt Deutschland hinterher. Die Digital Natives, die jetzt an die Hochschulen drängen, erwarten zu Recht eine zeitgemäße Uni-Infrastruktur zum Forschen und Lernen. Die Kernforderungen für den 4. Nationalen MINT-Gipfel bringen es auf den Punkt: Wir brauchen einen Kulturwandel in der Digitalen Bildung, um die nächste Generation auf die Arbeitswelt vorzubereiten. Dabei geht es nicht nur um die reine Programmierung digitaler Endgeräte, sondern auch um die Integration ethischer und sozialer Aspekte in die digitale Welt. Dies erfordert, dass wir heute bundesweit in Schu-

len, Universitäten und dualen Ausbildungen die Digitalisierung verankern, um eine Spaltung der Gesellschaft zu vermeiden und die Arbeitsgesellschaft zukunftsfähig zu machen.

Trotz der sich weiter verschärfenden Nachwuchssituation plädieren VDE-Mitgliedsunternehmen dafür, höchste Qualifikationsanforderungen an die E-Ingenieurausbildung zu stellen.

Nur **19%** sind mit den Qualifikationen der Bachelor- und Masterstudenten zufrieden.

der Unternehmen

**68%** der Unternehmen und Hochschulen fordern, dass die Studieninhalte von Bachelor- und Master-Studiengängen überprüft und gegebenenfalls nachgebessert werden müssen, um die hohe Ausbildungsqualität zu sichern.

**33%** glauben, dass das IoT zusätzliche Arbeitsplätze in Deutschland schafft.

der Unternehmen und Hochschulen



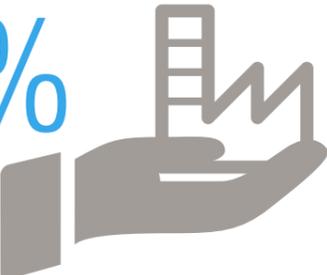
## 6 Der Mensch im Mittelpunkt

Die Digitale Transformation ist disruptiv. Der Struktur- und Kulturwandel betrifft die gesamte Gesellschaft, und das heißt auch: die Zukunft der Arbeitsgesellschaft, die Zukunft der Arbeit, die Gefahr einer digitalen Spaltung der Gesellschaft. Wie bei jedem Innovationssprung werden Arbeitsplätze wegfallen und neue entstehen. Produktivitätsfortschritte von bis zu 30 Prozent, wie sie von Industrie 4.0 erwartet werden, bringen die Rationalisierung von weniger qualifizierten Arbeitsplätzen mit sich. Und in der Logistik bedeutet Autonomes Fahren, dass der LKW-Fahrer ersetzbar wird. Zugleich entstehen aber auch neue Dienstleistungen und damit neue Arbeitsplätze. Und über neuartige Benutzerschnittstellen und die vereinfachte Bedienung und Programmierung von Robotern werden auch Mitarbeiter ohne Spezialqualifikationen mit den Maschinen zusammenarbeiten können.

sierung darf der Mensch nicht vergessen werden. Die Politik muss jetzt auf die Herausforderungen reagieren und Anpassungen an die Ausbildung sowie die Arbeitswelt vornehmen. Unternehmen müssen von Anfang an die Mitarbeiter aktiv am Transformationsprozess beteiligen, nur so kann der Wandel gelingen. Und nur wenn die nachfolgende Generation auf eine rasant digitalisierte Welt vorbereitet wird, wird die Digitalisierung in Deutschland Erfolg haben.

In vielen Fällen haben die Unternehmen die Wahl einen technikzentrierten Weg zu gehen oder Mensch und Technik in einer ausgewogenen Gesamtlösung zusammenzuführen, also menschliche Fähigkeiten zu ersetzen oder kooperativ zu nutzen. Es gibt also Optionen. Eines aber ist klar: Der digitale Wandel wird kommen, und es ist keine Lösung, ihn zu verschleppen und zu verschlafen: Er ist nur durch eine digitale Aus- und Weiterbildungsoffensive zu meistern. Denn bei aller Techni-

**57%** der Unternehmen mit mehr als 5.000 Beschäftigten



fürchten, dass die deutsche Industrie zu lange an klassischen Technologien und Geschäftsmodellen festhält.

Der Wandel zum IoT ist disruptiv, sagen:

**45%** der Unternehmen  **19%** der Hochschulen 

## Trend-Check „Internet der Dinge“

Fakten und Ergebnisse aus Umfragen unter VDE-Mitgliedsunternehmen und Hochschulen

### 1 Benefit und Zeitkorridor

Das IoT kommt bis 2025 und bringt neue Geschäftsmodelle, Produkte und Systeme sowie Effizienzsteigerungen.

### Diese Vorteile bietet das IoT



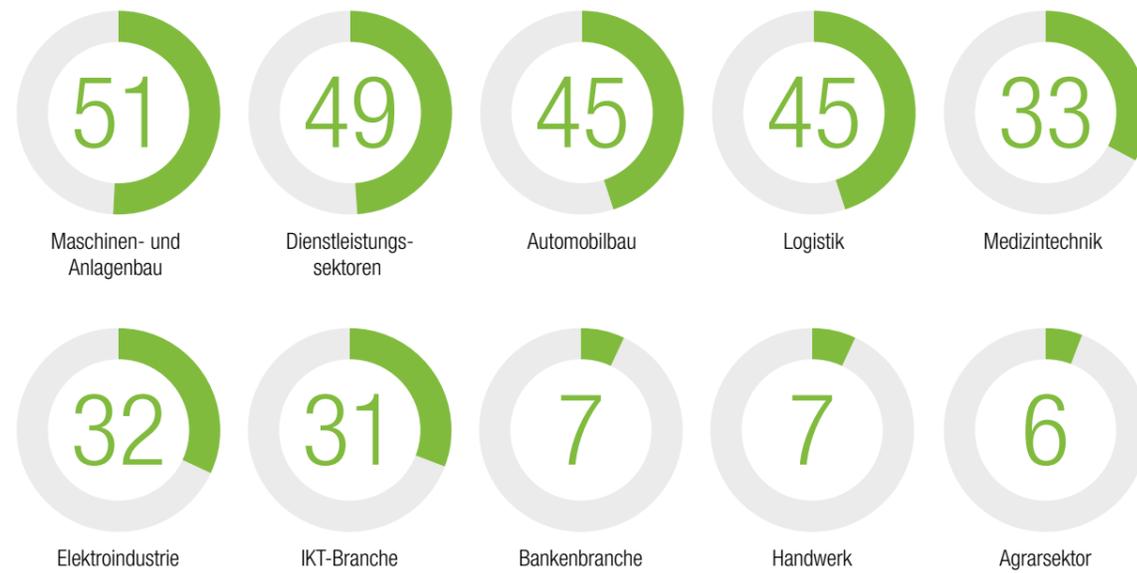
Angaben in %

Fazit: Das Zeitfenster für die nächste Phase der Digitalisierung bis 2025 ist klein. Umso wichtiger ist es, die Digitalisierung gerade in dieser entscheidenden Phase entschlossen voranzutreiben. Hier sind alle gefordert: Politik, Gesellschaft und Industrie.

## 2 Schlüsseltechnologien und Anwendungen

5G und Mikroelektronik liefern die Steilvorlage für klassische Anwenderbranchen. Wesentliche IoT-Technologien sind IT-Sicherheitstechnologien, 5G-Kommunikationsstandard, Sensorik und Embedded Systems. Am stärksten profitieren vom IoT die Anwenderbranchen Maschinen- und Anlagenbau, Dienstleistungssektoren, der Automobilbau und die Logistik.

### Diese Branchen profitieren am meisten vom IoT

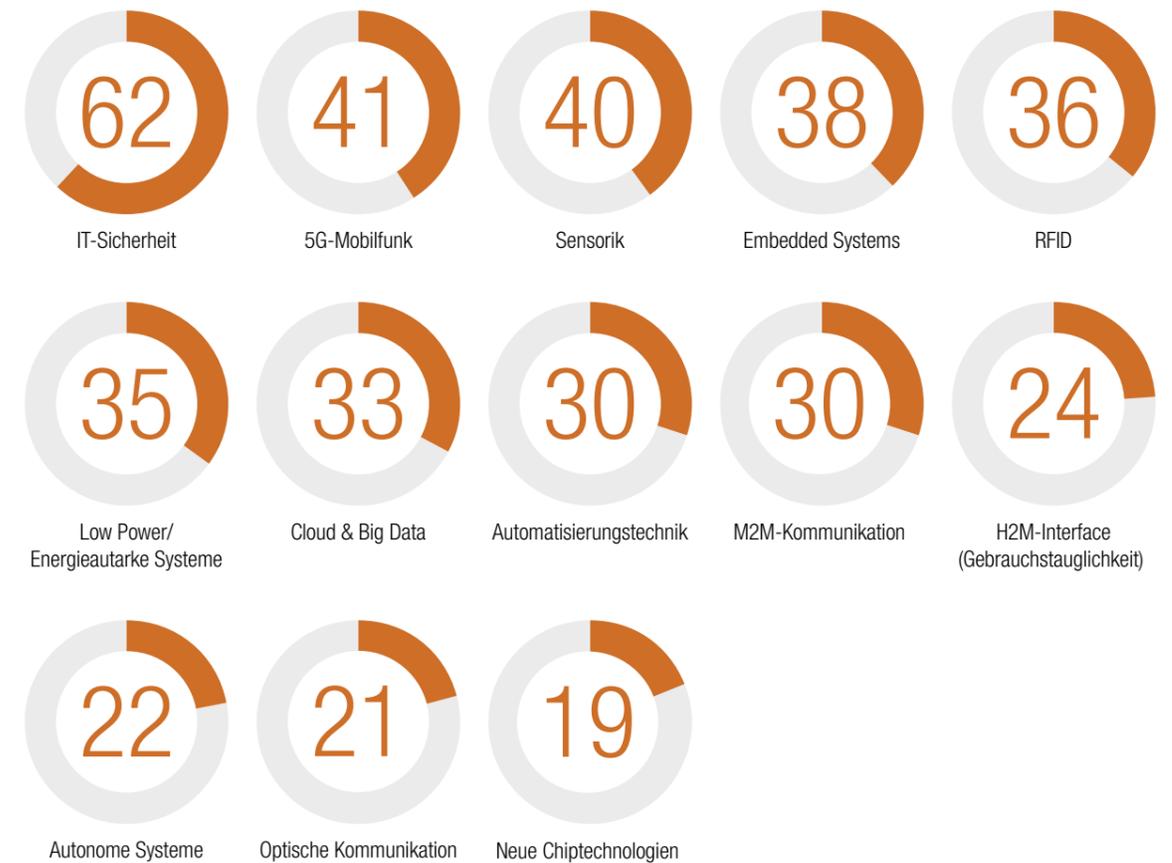


Angaben in %

## 3 Benchmarks und Barrieren

Die größten Innovationsbremsen sind IT-Sicherheit, Standards und IKT-Infrastruktur sowie Defizite bei Internettechnologien und mangelnder Mut zur Veränderung.

### Ohne diese Technologien läuft nichts

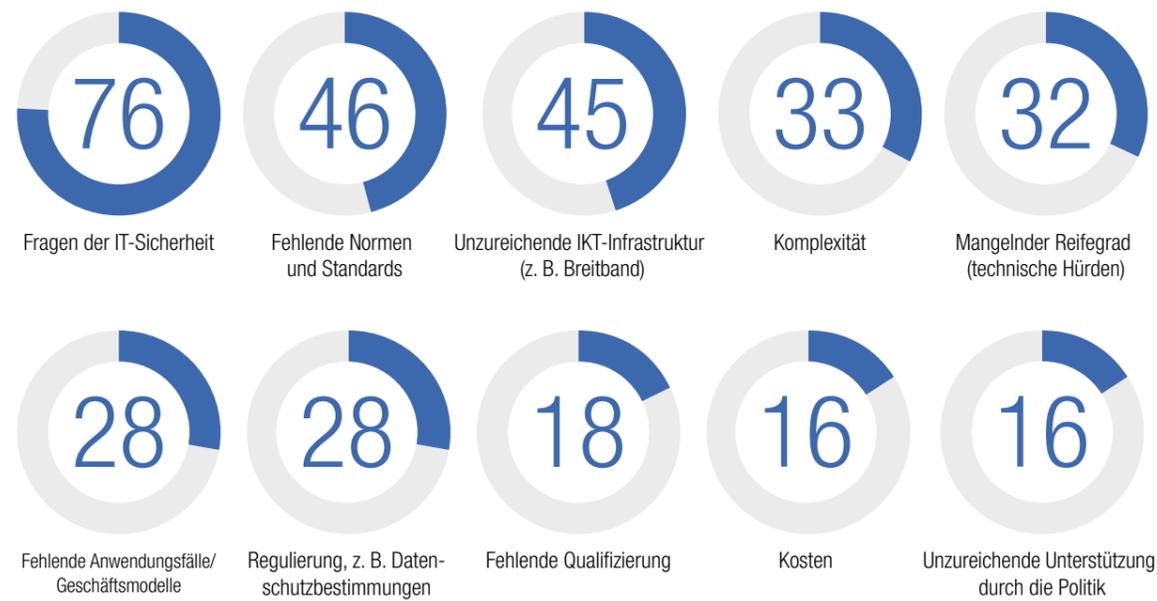


Angaben in %

#### 4 Menetekel und Marktchance

IT-Sicherheit ist ein Dreh- und Angelpunkt erfolgreicher Digitalisierung.

Dies sind die größten Barrieren für die Ausbreitung des IoT in Deutschland



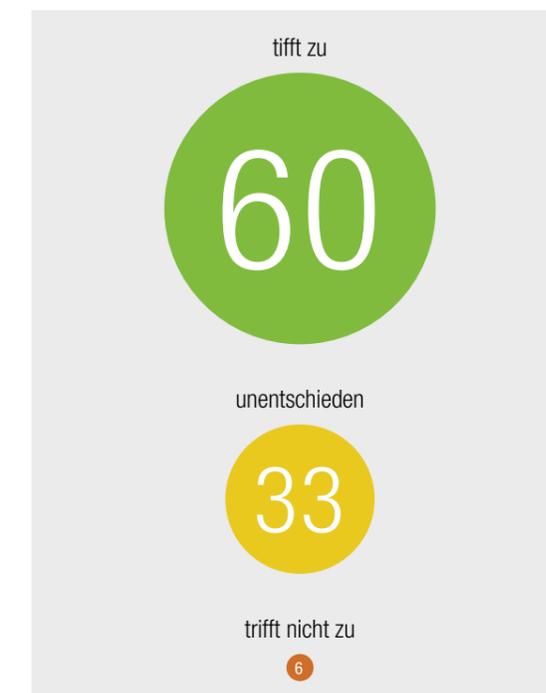
Angaben in %

#### 5 Wirtschafts- und Jobmotor

Das IoT stärkt den Standort, den Mittelstand und den Arbeitsmarkt.

Das IoT stärkt die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts

Meinung

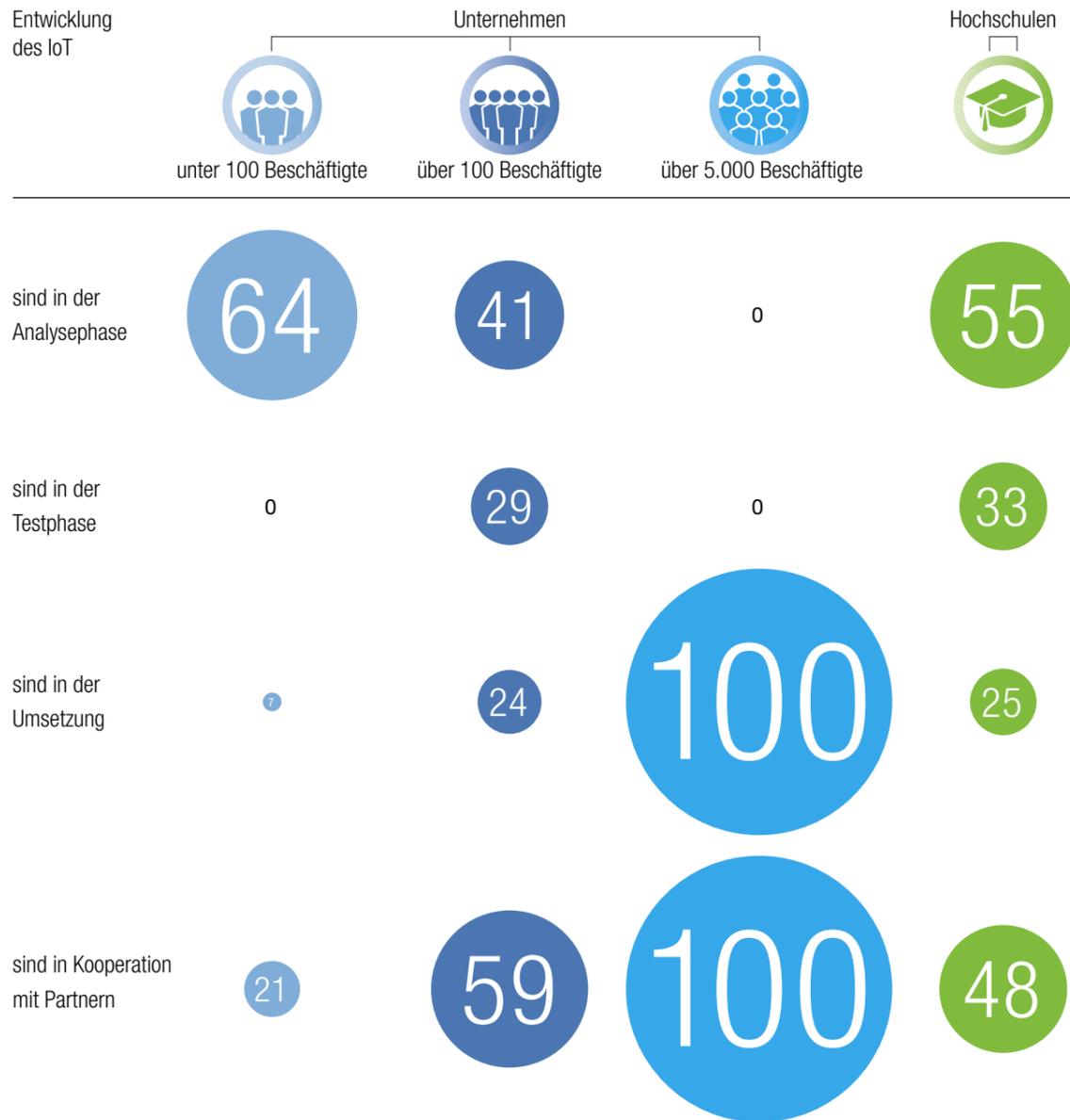


Angaben in %

**6** State of the Art statt Standby

Unternehmen und Hochschulen erwachen aus dem IoT-Dornröschenschlaf.

**30% der Unternehmen und 56% der Hochschulen befassen sich konkret mit IoT**



Angaben in %

**Experten-Panel „Internet der Dinge“**

Was treibt das IoT und welche Potenziale eröffnet es? Und was muss der Standort Deutschland und Europa tun, um die Chancen der digitalen Transformation zu nutzen? Dazu hat der VDE die Keynote-Speaker des VDE-Kongresses „Internet der Dinge“ 2016 befragt.

**Die Ergebnisse im Überblick:**

- +** Konnektivitäts- und Kommunikationstechnologien sind die wichtigsten Basistechnologien für das IoT.  
Es folgen Security and Safety, Big Data sowie Sensor-, Aktuator- und Regelungstechnologien.
- +** Das IoT ist der stärkste technologische Treiber von Industrie 4.0.  
Es folgen Smart Mobility und Health & Lifestyle sowie Smart Energy und Smart Living.
- +** Die wichtigsten systemischen Elemente sind Embedded Systems und Cyber-Physical-Systems.  
Sie liegen noch vor Sensorik und Aktorik sowie IKT. Es folgen Mikroelektronik/Mikrosystemtechnik, Cloud-Dienste und Semantische Technologien.
- +** Die größten Innovationshemmnisse sind die IT-Sicherheit und das Festhalten an etablierten Technologien und Geschäftsmodellen.  
Auch Bürokratie, unzureichende IKT-Infrastruktur sowie fehlende Normen und Standards, Finanzierungsprobleme und mangelnder Reifegrad sowie technische Hürden werden bemängelt. Fragen der Regulierung und Frequenzen und fehlende Anreize werden als weniger problematisch angesehen
- +** Die mit Abstand größte Wettbewerbsarena wird das IoT im Jahr 2025 im Anwendungsfeld Industrie 4.0 haben.  
Auf Platz 2 folgen gleichauf Smart Mobility und Health & Lifestyle. Platz 4 und 5 belegen Smart Energy und Smart Living.

## Zur Stärkung der deutschen IoT-Position fordern die Experten:

### 1 Die schnelle und flächendeckende Einführung der 5G-Infrastruktur

Die 5G-Infrastruktur hat das Potenzial, ein neues Zeitalter einzuläuten und Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit in allen Anwendungsfeldern der Wirtschaft entscheidend zu stärken. Der Ausbau der IKT-Infrastruktur für ein taktiles Internet muss forciert werden. Ziel ist, mit hochflexiblen software-getriebenen Plattformen schnell und effizient Lösungen bereitzustellen, die auf personalisierte und industriespezifische Anforderungen zugeschnitten sind, und so das gesamte unternehmerische Potenzial von Industrie 4.0 und anderen Anwendungen auszuschöpfen.

### 2 Start-ups und Ecosysteme fördern

Die Rahmenbedingungen für die Start-up-Szene müssen verbessert und entsprechende Ökosysteme aus KMU, Start-ups und Großkonzernen gefördert werden. Insbesondere gilt es, die Zusammenarbeit von IKT-Start-ups mit der klassischen Industrie deutlich stärker zu forcieren und koordinierte Förderprogramme für Unternehmensgründungen aufzulegen. Neue industrieübergreifende Ökosysteme können maßgeblich zur Umsetzung der digitalen Agenda für Gesellschaft und Wirtschaft beitragen.

### 3 Deutschland muss stärker auf unkonventionelle und innovative Lösungen setzen

Es gilt, neben der erfolgreichen technischen Einführung neue Geschäftsmodelle und Möglichkeiten auszuloten: Es sollte mehr „kalifornischer“ Geist herrschen und auch unkonventionelle Lösungen angepeilt werden. Dabei ist die Herausforderung Big Data im Auge zu behalten sowohl mit Blick auf Speicherung, Standardisierung und Datensicherheit als auch auf neue Geschäftsmodelle.

### 4 IT-Sicherheit für das Gelingen der digitalen Transformation

Auf die Schaffung von Maßnahmen zur Sicherstellung funktionaler Informationssicherheit (z. B. Sicherstellung personenbezogener Daten für E-Health) liegt höchste Priorität. Bei der Erstellung von IT-Sicherheitskonzepten gilt es technische, organisatorische und qualifikatorische Aspekte zu beachten.

### 5 Ein homogener europäischer Markt ist unverzichtbar für internationale Markterfolge

Deutsche Unternehmen werden im Internet der Dinge nur Erfolg haben, wenn es einen hinreichend homogenen europäischen Markt gibt, um im Vergleich mit den großen Märkten wie den USA und China Skaleneffekte realisieren zu können. Das betrifft insbesondere Gesetze und Regelungen zum digitalen Geschäft, zum Beispiel die Aspekte Umgang mit Daten, Steuern und Haftung.

### 6 Die Attraktivität der Elektro- und IT-Ausbildung muss gesteigert werden

Um der digitalen Transformation zum Erfolg zu verhelfen, werden mehr Software-Entwickler und digitale Ingenieure (MINT-Berufe) benötigt. Dementsprechend gilt es, diese Ausbildungs- und Berufsbilder in Schule, Ausbildung und Universität attraktiver zu machen und zu fördern.

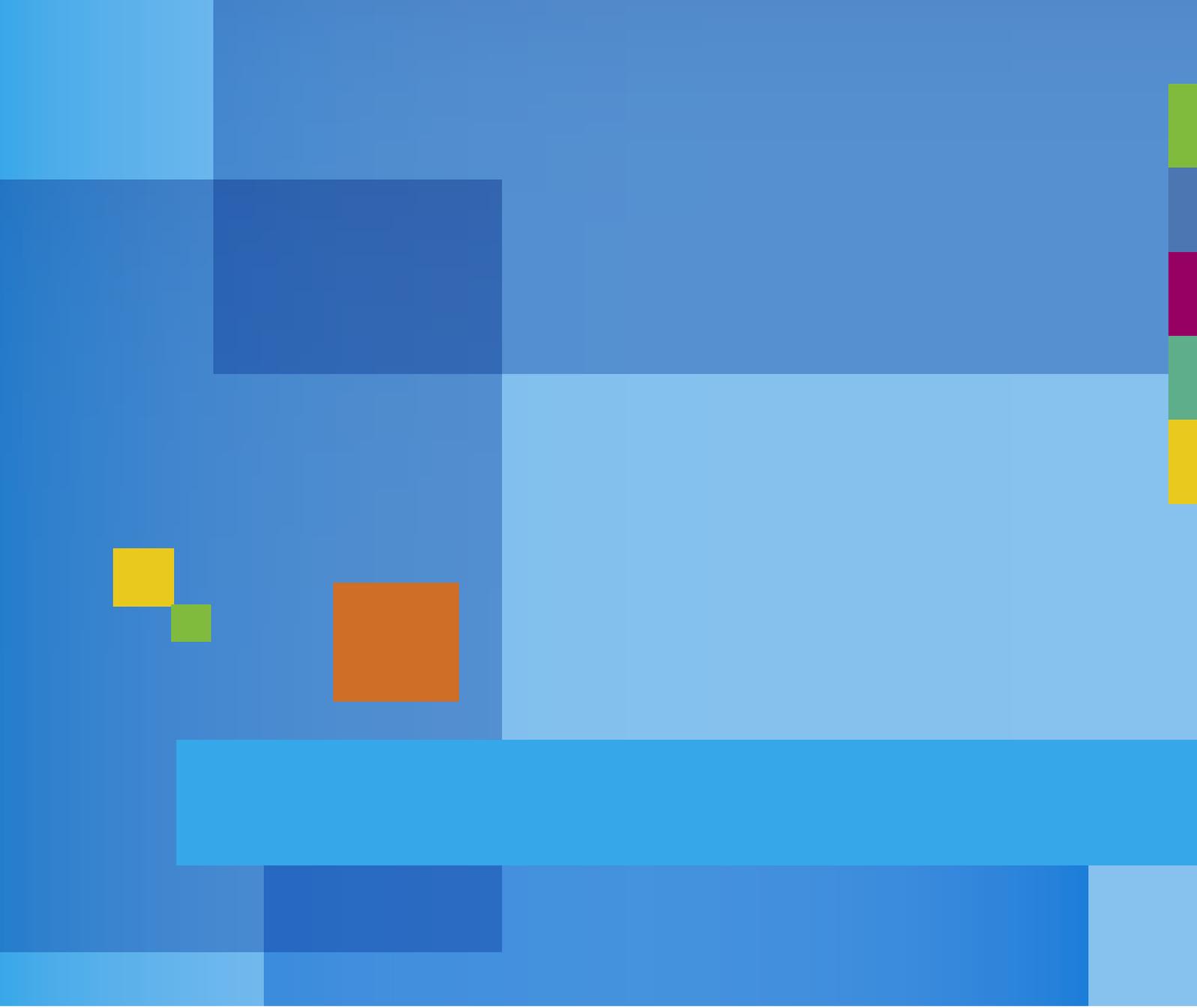


## Und was tut der VDE konkret für die Digitalisierung?

- + Viele tausend Ehrenamtliche engagieren sich im VDE, um die digitale Transformation zum Erfolg zu führen: das Who is Who aus Mikroelektronik, Kommunikationstechnik, Netzwerk-, KI- und Big Data-Spezialisten, Wissenschaftler, Ingenieure, Unternehmer. Sie alle sind Mitwirkende im Kompetenznetzwerk VDE.
- + Es hat gute Gründe, warum das Standardization Council Industrie 4.0 im VDE|DKE angesiedelt ist. Gemeinsam mit Bundesregierung, Industrie und Verbänden setzen wir dort die deutsche I 4.0-Strategie um, definieren Normungslinien oder koordinieren die internationalen Positionen.
- + Die VDE/BMBF-Initiative Digital Radio bringt Funkkommunikation und Industrieautomation mit 5G zusammen, ein Quantensprung für die Realisierung von Industrie 4.0.
- + Stichwort IT-Sicherheit: Ziel der neuen VDE/Fraunhofer Task Force „Trusted Computing“ sind sichere Identitäten für das Internet der Dinge zu schaffen. Mit dem BMBF haben wir die Online-Plattform „IT-Security-Normen in kritischen Infrastrukturen“ gestartet, für das BMWi entwickeln wir Sicherheitskonzepte für Elektromobilität.
- + Stichwort Mittelstand: für die Automatisierungsbranche entsteht mit CERT@VDE eine Informationsplattform insbesondere für mittelständische Unternehmen, die von Cyber-Angriffen betroffen sind.







**VDE**

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK  
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Stresemannallee 15  
60596 Frankfurt am Main  
Telefon: 069 6308-0  
[service@vde.com](mailto:service@vde.com)  
[www.vde.com](http://www.vde.com)