

# TEC CHANNEL COMPACT

IT IM MITTELSTAND

VON IDG

RATGEBER ■ TIPPS ■ PRAXIS

# Internet of Things

## IoT-Trends

- Plattformen, Strategien, Business-Modelle
- Trends & Prognosen der digitalen Transformation
- IoT-Projekte erfolgreich planen und umsetzen
- Chatbots klug einsetzen

## Software

- IoT, IIoT, ERP, Low Code: Die Plattformlösungen digitaler Unternehmen
- KI-Tools für Entwickler
- Multi-Cloud: Migration, Verwaltung, Monitoring
- Analytics und Big Data

## Technologien

- Process Mining & RPA
- Artificial Intelligence, Blockchain, EDDA, ML
- Datacenter: NoSQL, HCI, IaaS, PaaS und SaaS
- Mobile Datenübertragung im Internet der Dinge

## Internet of Things

- 8 >**      **IoT-Studie 2019: Durchbruch bei den IoT-Projekten**
- 14 >**     **Das sind die 10 wichtigsten strategischen IoT-Trends bis 2023**
- 18 >**     **Industrial IoT: Digitalisierung von Industrie und Anlagen**
  - 19    IoT-Anwendungsbereiche in der Industrie
  - 20    Smart Maintenance
  - 20    Digitale Fabrik
  - 20    BANF
  - 21    Voraussetzungen für die Digitalisierung im IoT-Umfeld
  - 23    Mehrwert durch Vernetzung
  - 25    Fazit
- 26 >**     **Welche IoT-Plattform ist die richtige?**
  - 28    Übersicht: Die IoT-Lösungen der großer Anbieter
  - 29    Microsoft Azure IoT
  - 29    Amazon AWS IoT
  - 30    SAP Leonardo IoT
  - 31    IBM Watson IoT Platform
  - 32    Bosch IoT Suite
  - 32    Oracle Internet of Things
  - 32    Google Cloud IoT
  - 33    Cisco Jasper
  - 33    Telekom Cloud der Dinge
- 34 >**     **IoT-Business-Modelle: Vom analogen zum digitalen IoT-Produkt**
- 37 >**     **Roadmap: Planung von IoT-Projekten in der Praxis**
  - 37    Dynamisches Projektmanagement
- 40 >**     **Mobile Datenübertragung im Internet der Dinge**
  - 41    Mobilfunk-Technologien
  - 42    Low Power Wide Area (LPWA)
  - 43    Gebäudenetze
  - 44    Wie erreicht man die IoT-Cloud?
  - 45    Technologien mit Mesh-Netzwerken kombinieren

## Digitalisierung

- 47 >**     **IT-Technologie-Trends 2019**
  - 48    Künstliche Intelligenz schafft autonome Systeme
  - 48    Computer Vision
  - 49    Deep Learning

50	Natural Language Generation
50	Digitale Ökosysteme verbinden Unternehmen und Partner
50	Business Networking Fabrics
51	Distributed Ledger (Blockchain)
52	Neue Compute-Paradigmen krepeln die IT um
52	Edge Computing
52	Quantencomputer
53	Serverless Computing
54	Die Brücke zwischen physischen und digitalen Welten
54	Additive Fertigung / 3D-Druck
55	Augmented, Virtual und Mixed Reality
55	Digital Twin
56	Nanotechnologie
<b>57 &gt;</b>	<b>Process Mining: Prozesse visualisieren, analysieren, optimieren</b>
58	Funktionen im Process Mining
60	Anbieter setzen auf KI und Machine Learning
63	Mit Process Mining zum Digital Twin
64	Der Markt wächst und wird unübersichtlich
65	Process Mining – wo bleibt der Mensch?
<b>66 &gt;</b>	<b>Mit Process Mining zur effizienteren Robotic Process Automation</b>
67	In vier Schritten zum RPA-Erfolg
<b>69 &gt;</b>	<b>So wird Ihr KI-Projekt ein Erfolg</b>
71	Mit der Implementierung alleine ist die Arbeit nicht getan
<b>72 &gt;</b>	<b>Erfolgreiches Design von Chatbots</b>
73	Sechs Prinzipien beim Design von Chatbots
74	In der Praxis: Chatbots sind eher mangelhaft
75	Self-Service-Experimente auf Kosten der Kunden
76	Fazit: Der Chatbot allein ist auch keine Lösung
<b>77 &gt;</b>	<b>EDDA: Vorgehensmodell für datengetriebene Anwendungen</b>
77	Der Erfolg hängt an vier Rollen
79	Ein festes Modell für ein flexibles Vorgehen
<b>82 &gt;</b>	<b>Künstliche Intelligenz: Kostenlose Tools für Entwickler</b>
82	Caffe2: Deep-Learning-Framework
83	Scikit-learn: Machine Learning mit Python
84	Shogun: Machine Learning
85	Accord.NET Framework
85	Apache Mahout: Big Data meets Machine Learning
86	Spark MLlib
87	H2O
88	Oryx 2: Maschinelles Lernen in Echtzeit
89	Google DeepVariant

- 90 > MindSphere, Adamos & Co. – Die Plattformökonomie digitaler Industrieunternehmen**
- 92 MindSphere: Adressiert auch Kleinbetriebe
- 93 Adamos: Ergebnis einer strategischen Allianz
- 95 Schaeffler Smart-EcoSystem: Wälzlager sind überall
- 95 Crowdfox: Ein Marktplatz für den Einkauf
- 96 Fazit
- 97 > Mendix, Salesforce & Co. – Low-Code-Plattformen im Überblick**
- 99 Outsystems
- 100 Mendix
- 101 Salesforce
- 102 Kony
- 103 Microsoft
- 104 ServiceNow
- 104 Appian
- 105 K2
- 105 AgilePoint
- 105 Bizagi
- 106 MatsSoft
- 106 Progress Software
- 107 GeneXus
- 107 Thinkwise

## Datacenter

- 108 > Wie das IoT Rechenzentren vor Herausforderungen stellt**
- 110 Fazit: Potenzial der digitalen Transformation nutzen
- 111 > Composable Infrastructure: So wird das Rechenzentrum modern**
- 112 Das leistet Composable Infrastructure
- 113 Darum sind Composable Infrastructures für Unternehmen interessant
- 114 Herausforderungen des modernen Rechenzentrums
- 115 > Wunderwaffe HCI: Hyperkonvergente Infrastrukturen in Rechenzentren**
- 115 HCI: Eine Marktübersicht
- 117 Technologie mit Potenzial
- 118 Neue Anforderungen an Systemhäuser
- 121 HCI als Lösung aller Probleme?
- 122 Ausblick auf die weitere Entwicklung
- 124 > Infrastructure as a Service: Ein modernes Data-Center-Konzept**
- 125 Warum sich Unternehmen für IaaS entscheiden
- 126 Typische IaaS-Anwendungen
- 126 Merkmale typischer IaaS-Angebote
- 127 Risiken und Herausforderungen von IaaS

**128 > IoT Edge: Von Gateway bis Machine Learning**

- 129 Edge-Computing-Charakteristika
- 130 Edge-Computing-Aufgaben
- 132 Edge-Management-Funktionalitäten

**133 > Infrastruktur aus der Cloud: Das sind die großen IaaS-Anbieter**

- 134 Amazon Web Services (AWS)
- 135 Microsoft
- 137 Google
- 138 IBM
- 139 Oracle

**141 > Multi-Cloud-Management mit Scalr, Pivotal und Co.**

- 142 Scalr
- 143 RightScale
- 144 Red Hat OpenShift
- 144 Pivotal Cloud Foundry
- 145 Morpheus
- 146 Embotics
- 147 Do it Yourself oder natives Cloud Management?

**148 > NoSQL & Cloud: Die Stärken und Schwächen großer Datenbankanbieter**

- 149 Microsoft
- 150 Oracle
- 152 Amazon Web Services
- 153 SAP
- 154 Die Verfolger

**155 > Die besten Tools für Analytics, Datacenter und Machine Learning**

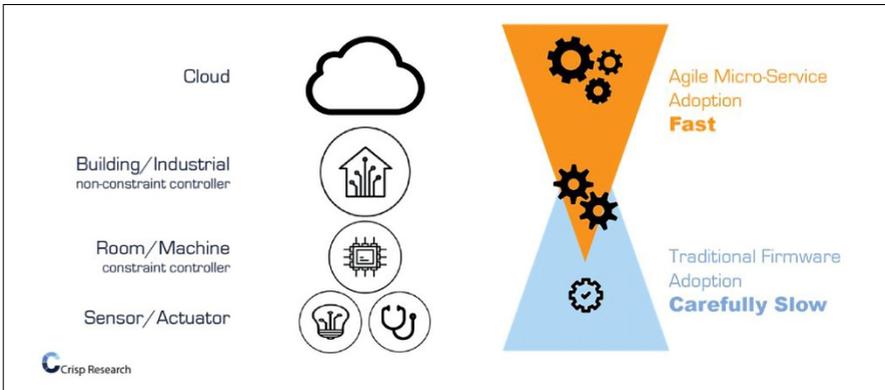
- 155 Kubernetes
- 156 Firebase
- 156 Serverless Framework
- 157 Apache Cassandra
- 157 DataStax Enterprise
- 158 Apache Kafka
- 158 Apache Beam
- 159 Redis
- 159 Visual Studio Code
- 160 .Net Core
- 160 LLVM
- 160 TensorFlow
- 161 Keras
- 161 PyTorch
- 162 XGBoost
- 162 H2O Driverless AI

# IoT Edge: Von Gateway bis Machine Learning

Insbesondere Anwender haben beim Thema Edge Computing noch Fragen zu Definition und Abgrenzung. Aber wie viel muss man von Edge Computing überhaupt verstehen und welche Anbieter gibt es für diese Technologie?

Der Begriff Edge Computing selbst kommt aus der Netzwerktopologie (Edge, zu deutsch Rand), wie es auch die Edge-Computing-Definition auf Wikipedia erklärt: „Edge Computing bezeichnet im Gegensatz zum Cloud Computing die dezentrale Datenverarbeitung am Rand des Netzwerks, der sogenannten Edge.“

Ähnlich dem Cloud Computing, das in den ersten Jahren ebenfalls viel Begriffsverwirrung und -Washing erleben musste, grenzt die Edge an die verschiedenen Computing-Topologien und -Charakteristika an und muss um ihre klare Wahrnehmung kämpfen. Wir reden deshalb nur von Edge Computing, wenn sowohl der Ort der betrachteten Compute-Power dezentral ist, als auch die typischen Charakteristika des Edge Computing erfüllt sind.



> Vom Sensor bis zur Cloud: Zum Edge-Computing zählt vor allem der untere Bereich in der IoT-Welt. (Quelle: Crisp Research)

Als Edge Computing betrachten wir in der IoT-Welt die untere Hälfte, nahe an Sensoren und Aktuatoren von digitalisierten Dingen. Ganz kleine Edge-Devices haben kein Filesystem und sehr große Einschränkungen und werden oft Constrained Controller genannt. Die mittleren Devices in der Raspberry-Pi-Klasse, die eine kleine Linux-Distribution ausführen, werden entsprechend Non-Constrained-Controller genannt.

Zu Beginn des Edge-Computing-Trends sprach man (besonders Cisco) auch von Fog Computing. Damit war die Intelligenz in den verteilten, aber größeren Devices wie Gateways und Router (Non-constrained) gemeint. Edge Computing kam zunächst aus den kleineren Devices (constrained). Im obigen Bild hätte man das Gebäude als Fog und den Raum und den programmierbaren Sensor als Edge bezeichnet. In den letzten zwei Jahren wird der Begriff Fog Computing immer weniger benutzt und man spricht im Zusammenhang mit IoT fast nur noch von Edge Computing.

Natürlich ist die Grenze nach oben etwas fließend. Ein Server in einem Bürogebäude kann dabei verschiedene Aufgaben übernehmen. Wenn er ein klassischer Server für Client-Server-Computing wie etwa ein File-Server oder Datenbankserver darstellt, würden wir ihn nicht als „Edge“ Computing bezeichnen. Ein zentraler Gebäude-Automatisierungs-Server, der Licht, Klima, Security und womöglich Brandschutzaufgaben hat und viele tausend Sensoren überwacht, bezeichnen wir hingegen als Edge Computing. Die obere Grenze von Edge-Devices kann also sehr wohl in der Leistungsfähigkeit mit Office-PCs und Servern überlappen. Meist sind die starken Edge-Devices als „Industrial PCs“ ganz anders gebaut. Insgesamt macht nicht nur die Device-Größe, sondern die Aufgabe in der Software-Architektur den Unterschied.

## Edge-Computing-Charakteristika

Edge Computing zeichnet sich demnach vor allem durch lokale Rechenleistung, sehr niedrige Latenz zu den angeschlossenen Devices und Echtzeitfähigkeit aus. Edge Computing ist auch bewusst selten hochverfügbar oder mit großen Speicher- oder CPU-Leistungen ausgelegt, um Kosten und Stromverbrauch zu sparen. Fällt ein Edge-Device aus, das beispielsweise als Gateway zwischen Rauchmeldern und der Brandmeldezentrale fungiert, verbinden sich drahtlose Sensoren (Rauchmelder) selbstständig auf das Gateway des Nachbar-Raumes. Insbesondere moderne drahtlose Mesh-Topologien ggf. auch parallel über mehrere Funkfrequenzen, machen so aus einem kleinen nicht-hochverfügbarem Edge-Device eine extrem ausfallsichere IoT-Architektur. Im Idealfall sind kleine Edge-Devices eher mit einzelnen Containern in einem Cloud-Cluster vergleichbar.

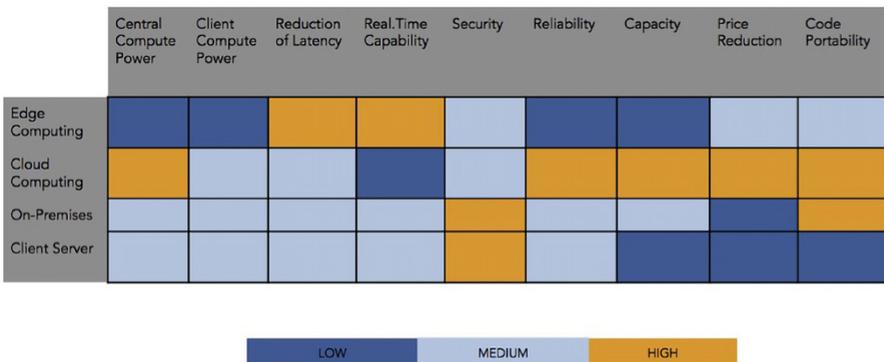
## Edge-Computing-Aufgaben

Typische Aufgaben des Edge Computing sind sowohl traditionelle Aufgaben, die auch aus dem embedded Computing bekannt sind, als auch moderne Möglichkeiten, die durch leistungsfähigere Edge Devices und leicht-gewichtigere Software-Frameworks möglich werden:

- ▶ **Konnektivität und Gateway-Funktionen sind klassische Aufgaben** von Edge-Devices. Hierbei werden meist lokale Feldbusse oder drahtlose Netzwerke (z.B. Modbus oder Zigbee) in IP-Kommunikation übersetzt. Diese Edge-Devices haben deshalb neben direkten Sensor-Eingängen oft verschiedene drahtlose oder Wired Netzwerk-Interfaces.
- ▶ **Middleware gehört heute schon fast in jedes Edge-Device.** Während einfache Sensoren ihre Daten meist nicht speichern können und in Real-Time „loswerden“ müssen, können mittlere Edge-Devices die Echtzeitdaten sicher annehmen und als Queue in die nicht-echtzeitfähige Netzwerkwelt nach oben weitergeben. Dabei kommen nicht nur einfache Protokolle wie MQTT, sondern auch industriennahe Referenz Architekturen wie OPC UA zum Einsatz.
- ▶ **Security muss Ende-zu-Ende bedacht werden**, also vom Sensor vor Ort bis in die Cloud beim Hyperscaler. Dazu muss auch ein relativ kleines Device, beispielsweise MQTT, über TLS 1.2 (Transport Layer Security) tunneln können. Um dies für Entwickler einfacher und konsistent zur Security-Infrastruktur in der Cloud zu machen, investiert Amazon beispielsweise in das Free-Real-Time Operating System „FreeRTOS“. Diese Open Source Distribution ermöglicht eine sichere Kommunikation bis runter zu Edge-Devices oder intelligenten Sensoren im einstelligen Euro-Bereich der Hardwarekosten. Das Enablement von einer möglichst großen Bandbreite von Devices ist hier entscheidend.
- ▶ **Aggregation & Pre-Processing sind schon lange auf Edge-Devices möglich.** Hierbei bringt das Edge Computing Semantik in die Daten, macht es also auch einfacher, ähnliche Daten aus verschiedenen Quellen zu erkennen. Sehr kleine Edge-Devices können beispielsweise einfach redundante Daten unterdrücken, während mittlere oder größere Devices anwendungsspezifische Logik in die Edge bringen. Eine Menge Innovation konnten wir bei den aktuellen Edge-Technologie-Anbietern in der Art und Weise sehen, wie diese Logik implementiert ist. Führende Edge-Technologien erlauben Code-Mobilität (z.B. AWS mit Lambda in der Cloud und Greengrass auf der Edge) oder sogar die Möglichkeit, auf Edge-Devices die gleichen Container zu deployen, die man in der Cloud, etwa in einem Kubernetes-Cluster, deployed. Dies ist insbesondere für die IoT-Plattformen von IBM, Microsoft, OSRAM und SAP angekündigt.

› **Analytics für Backends oder direkt für Menschen** ist erst jetzt richtig möglich und ist noch ein großer Differentiator auf der Edge. Zwar können kleine Edge-Devices, die beispielsweise als 300-Euro-Datenerfassungs-Box in professioneller Verpackung an Industrieanlagen hängen, schon lange einfache Analysen machen. Doch erst jetzt kommen Bandbreite, Rechenleistung und niedrige Hardware-Preise zusammen. So rechnet ein Edge-Device an einer Gasturbine beispielsweise das Audio-Signal eines Mikrofons in Echtzeit in das Frequenzspektrum, um nur diese kleinen Datenmengen ins Backend zu transportieren. Parallel dazu kommen einige leichtgewichtige Software-Stacks auf den Markt, die es Endbenutzern erlauben direkt mit einem Browser auf mittleren Edge Devices mit guter Performance Roh-Daten anzuschauen. Sehr interessant in dem Umfeld ist beispielsweise der Tick-Stack in der Time-Series Datenbank Influx mit der Chronograf Visualisierung oder auch das Open-Source-Analytic-Werkzeug Grafana. Beide laufen exakt gleich mit ein paar Gigabyte auf einem Raspberry Pi (35 Euro) oder im dreistelligen Terra-Byte-Bereich in Containern auf einem Hyperscaler.

› **Machine Learning ist differenzierend in der Edge.** Wie Crisp Research schon in einigen Analyst Views beschrieben hat, ist der Machine-Learning-Markt in massiver Bewegung. Für die IoT Edge konnten sich starke Innovatoren wie die Foghorn Systems mit Machine-Learning-Technologie auf (mittleren) Edge-Devices positionieren. Edge-Devices werden mittelfristig von vielen Machine-Learning-Frameworks unterstützt werden. Allen voran sind Apache MXNet (Open Source/von AWS genutzt) und TensorFlow Lite (Open Source/von Google supported) bereits auf Edge-Devices verfügbar.



› High Reduction of Latency & Real Time Capability – das zeichnet Edge Computing aus. (Quelle: Crisp Research)

Neben diesen ganzen Funktionalitäten, die auf der Edge selbst laufen, gibt es eine Reihe von Management-Funktionalitäten, die zwar in der Cloud oder On-Premises laufen, aber überhaupt den Betrieb von vielen Edge-Devices möglich machen.

## Edge-Management-Funktionalitäten

Dies sind wichtigsten Edge-Management-Funktionalitäten, die ebenfalls als Kriterien zu Edge Technologien im aktuellen Vendor Universe IoT bewertet wurden:

- **Device Management** beinhaltet Asset-Management, Firmware-Deployment und Rollout-Management sowie Alarm Lösungen, um Funktionsstörungen auf einem Edge Device zu beheben.
- **Connectivity Management** ist besonders für Edge-Devices hilfreich, die mit drahtlosen Verbindungen arbeiten. Der Provisionieren von Mobilfunk-Sim-Karten bis hin zum Management von NB-IoT- oder LoRaWAN-Konnektivität fällt in diese Kategorie. Besonders bei wertvollen Assets, beispielsweise in Fahrzeugen oder in der Logistik ist es extrem wichtig, keine Edge Devices „zu verlieren“.
- **Ad-Hoc Analytics** bildet nicht nur das serverseitige Gegenstück zur End-User-Analytic direkt aus Edge-Devices, es ist auch der Einstieg in Business-Anwendungen, die oft ohne Programmierkenntnisse zusammengeclickt werden können.
- **Security Backend** ist die zentrale Seite und geht Hand in Hand mit den Edge-Devices. Device-Identitäten und damit verbundene Security-Zertifikate müssen an zentraler Stelle gemanagt werden um Sicherheitslücken zu vermeiden.

## Edge-Anbieter

Welche Angebote es im Bereich Edge gibt, zeigt das Vendor Universe IoT ([www.crisp-research.com/vendor-universe/internet-of-things/#fndtn-iot-c-baas](http://www.crisp-research.com/vendor-universe/internet-of-things/#fndtn-iot-c-baas)) mit insgesamt 40 Angeboten. In der Gruppe der starken Innovatoren finden sich vor allem Anbieter, die sich auf bestimmte innovative Funktionalitäten auf der Edge konzentrieren. Die reifen Accelerators hingegen glänzen meist durch ein recht umfangreiches Portfolio aus den eher traditionellen Funktionalitäten auf der Edge und den Edge Management Funktionalitäten, die sie als Cloud Service anbieten. Ein großes Plus bei der Bewertung der Edge-Technologien war es, wenn ein Hersteller eigene Devices anbietet, so dass ein Anwender sicher sein konnte, dass die Funktionalität auf der Edge auch wirklich zuverlässig läuft. Alternativ konnten sich Edge-Technologie-Anbieter durch eine Liste von zertifizierten Devices bzw. Partnerschaften mit Hardware-Herstellern qualifizieren.