

Produktentwicklung im Zeitalter von Internet of Things

Entdecken Sie, wie Sie Ihre Entwicklungsprozesse und -tools transformieren können, um Wettbewerbsvorteile aus dem Internet of Things zu erzielen



Einleitung

Jeden Tag machen sich Entwicklungsorganisationen auf der ganzen Welt mit den neuen technologischen Möglichkeiten des Internet of Things (IoT) vertraut. Die Produkte von heute bestehen nicht mehr nur aus mechanischen und elektrischen Komponenten. Sie enthalten jetzt auch komplexe Kombinationen aus Hardware, Sensoren, Datenspeicher, Mikroprozessoren, Software und allgegenwärtigen Verbindungen. Für Unternehmen, die sich auf die schnellen Veränderungen durch Internet of Things einstellen können, indem sie Daten aus einer Vielzahl von Quellen einbinden und analysieren, öffnen sich nie dagewesene Chancen: sie können die Umsetzung von Innovationen beschleunigen, stetig steigende Kundenerwartungen erfüllen und sich in diesem neuen Wettbewerbsumfeld Vorteile verschaffen.

Aber um dauerhaft erfolgreich zu sein im Zeitalter von IoT, müssen Unternehmen auch ihr komplettes Geschäftsmodell auf den Prüfstand stellen. Herkömmliche Probleme können jetzt auf völlig neuartige Weise bewältigt werden. Dies kann bei den etablierten Anbietern zu erheblichen Veränderungen führen. Kleine Startup-Firmen mit einer guten Idee und Finanzierung über Crowdfunding (d. h. finanzielle Mittel online aufbringen), entwickeln sich innerhalb weniger Monate zu weltweit tätigen Unternehmen. Die Fähigkeit, mit innovativen Angeboten (sowohl Produkten als auch Services) als erster Anbieter auf dem Markt präsent zu sein, ist wichtiger als je zuvor. Hierzu müssen Unternehmen innovative IoT Lösungen nutzen, um die Prozesse in den Bereichen Entwicklung, Fertigung und Operations zu modernisieren und zu optimieren.

Continuous Engineering hilft Herstellern, ihre Geschäftsmodelle so zu transformieren, dass die Chancen durch IoT genutzt werden können. Entwickler werden in die Lage versetzt, die Herausforderungen bei der Entwicklung intelligenter Produkte der nächsten Generation zu bewältigen. In diesem White Paper wird erläutert, wie die bewährten Methoden von Continuous Engineering Ihnen helfen können, das Potenzial von IoT zu nutzen und die Umsetzung von Innovationen zu beschleunigen, so dass Ihr Unternehmen strategische Vorteile gewinnt.

Eine Flut geschäftlicher Veränderungen

Obwohl IoT noch in den Kinderschuhen steckt, gehen Branchenanalysten davon aus, dass die Zahl der vernetzten „Dinge“ bis Ende des Jahres 2020 bei etwa 212 Mrd. liegen wird, einschließlich 30,1 Mrd. vernetzter autonomer Dinge.¹ Es wird erwartet, dass die Ausgaben für Technologie und Services enorm ansteigen werden, da die Unternehmen die Entwicklung neuartiger Funktionen vorantreiben, die nicht mehr in eine einzelne traditionelle Produktkategorie passen. Laut Prognosen wird der Umsatz auf dem IoT-Markt bis zum Jahr 2020 bei 8,9 Bio. USD liegen.¹

Heutzutage gehören die meisten vernetzten Dinge zum IoT der privaten Anwender (den größten Teil machen dabei Smartphones aus). Im weniger präsenten industriellen IoT (Industrial IoT, IIoT) vollzieht sich derzeit jedoch der deutlichste Wandel. Hierzu finden sich stark beanspruchte Infrastrukturen (z. B. für Stromversorgung und Transport) und Anwendungen (z. B. Industrieanlagen, intelligente Fertigungsstraßen, intelligente Fahrzeuge und hoch entwickelte medizinische Geräte). Indem Unternehmen die Vorteile von IoT nutzen, finden sie neue Wege, um Prozesse effizienter zu gestalten und ihren Kunden neuen Nutzen aus der Transformation zu bieten.

In der Tat suchen Unternehmen aus nahezu allen Branchen nach Möglichkeiten, die Instrumentierung, Vernetzung und Intelligenz von IoT-Produkten zu nutzen. Die Verfügbarkeit operativer Daten in Kombination mit Analysen kann erhebliche Wettbewerbsvorteile bieten, sodass Unternehmen in der Lage sind, neue Fähigkeiten und Services mit einem größeren geschäftlichen Nutzen zu entwickeln. Unternehmen können die Daten analysieren, die von Produkten, Unternehmensressourcen und der Betriebsumgebung generiert werden. Sie können die aus diesen Daten gewonnenen Erkenntnisse einsetzen, um Innovationen zu beschleunigen, die Kundenzufriedenheit zu verbessern und die Grundlagen für neue Geschäftsmodelle zu schaffen (z. B. die Bereitstellung von Produkten als Service).

Das IoT erweitert die Möglichkeiten für neue Arten von Systemen und Anwendungen, da Geräte nicht nur mit Zentralcomputern und Telefonen kommunizieren können, sondern auch *untereinander*. Die Kommunikation von Gerät zu Gerät ist der Ausgangspunkt für vollkommen neue Kategorien von Anwendungen und Produkten, sowohl für den Endkunden als auch für unterschiedliche Branchen (z. B. Fertigung, Gesundheitswesen und Energieversorgung). Die IoT-Umgebungen sind allerdings von sich aus komplex. Unternehmen benötigen daher die richtigen Lösungen, um die Komplexität bewältigen zu können.

Außerdem müssen die Unternehmen in der Lage sein, die aus dem Internet of Things gewonnenen Erkenntnisse anzuwenden, um Geschäftsprozesse so zu transformieren, dass die sich verändernden Kundenanforderungen erfüllt werden können. Heterogene Produkte und Systeme können jetzt zur Bereitstellung neuer Services integriert werden. Durch die Verwendung von Sensoren mit differenzierten Datenanalysen können Produktionsprozesse automatisch geändert werden, z. B. durch die Modifizierung von Mischungsbestandteilen, Temperatur oder Druck, um die Qualität *ohne* Bedieneingriff zu verbessern. Diese Art der Verwendung von Sensoren und industrieller Automatisierung ist zwar nicht neu, die Technologie ist heute allerdings sowohl in wirtschaftlicher als auch in logistischer Hinsicht praktikabel. Unternehmen können jetzt mehr Sensoren nutzen und mehr intelligente Funktionen für nahezu jedes Gerät entwickeln.

Da Geräte und Systeme mehr untereinander kommunizieren und nicht nur mit einem zentralen Controller (unabhängig davon, ob es sich hierbei um einen PC, ein Smartphone oder die Cloud handelt), ergeben sich immer mehr Möglichkeiten, die Leistung zu optimieren und die Effizienz zu steigern. Ein höheres Maß an Einheitlichkeit und Standardisierung zwischen Geräten kann die Wirtschaftlichkeit und die strategische Wiederverwendung fördern. Darüber hinaus können die Produkte selbst Erkenntnisse liefern, um Innovationen in Echtzeit voranzubringen, z. B. indem Unternehmen in die Lage versetzt werden, schnell auf veränderte Marktfaktoren oder weltweite Ereignisse zu reagieren (sich verändernde Preise für Massenware oder Energie, neue Bestimmungen, Rückmeldungen aus sozialen Netzwerken oder geophysikalische Daten).

Das Internet of Things führt in allen Branchen zu Veränderungen

- Ein im Bereich Kernenergie tätiges Unternehmen verwendet Analysen im Hinblick auf eine vorausschauende Wartung, zentralisierte Steuerungssysteme, die Remote-Überwachung von Anlagen und Sicherheitsüberprüfungen in Echtzeit.
 - Ein Automobilhersteller erprobt neue Technologien für vernetzte Fahrzeuge, unterstütztes Fahren (z. B. Warnhinweise beim Spurwechsel und Bremsen im Notfall) und fahrerlose Fahrzeuge.
 - Ein Eisenbahntransportunternehmen verbessert Prozesse durch die Remote-Überwachung von Anlagen, das Abtasten von Schienen bei Reparaturen, die Unterstützung von Lokführern und die Optimierung der Leistung von Lokomotiven.
 - Ein Luftfahrtunternehmen verwendet analytische Methoden für vorausschauende Wartung, Flugkontrolle in Echtzeit, unbemannte oder remote gesteuerte Flugzeuge und die Überwachung von Anlagen.
 - Ein Hersteller medizinischer Geräte verwendet neue Technologien für die Überwachung des Ausbruchs von Krankheiten, Remote-Tests mit Wireless-Übertragung und die Durchführung von Operationen mit Robotern.
-

Der Einfluss der Umgebung auf Produkte

Die Produkte von heute werden bereits im Hinblick auf Vernetzung und Zusammenarbeit entwickelt, um die Vorteile von IoT nutzen zu können. Bei diesen Produkten werden Echtzeitanalysen mit der Kommunikation von System zu System, System zu Infrastruktur und Benutzer zu System kombiniert. Sie können sich dadurch fortlaufend an sich verändernde Rahmenbedingungen anpassen. Durch die vielfältigen Verbindungen von Produkten mit nachgelagerten Systemen und anderen intelligenten Produkten entstehen heute komplexe „Systems of Systems“, was zu einer insgesamt deutlich höheren Komplexität führt.

Die Komplexität intelligenter Produkte wird noch durch die Tatsache verstärkt, dass viele neue Funktionen auf der Interaktion der Software basieren, die sowohl auf dem Gerät als auch in der Cloud ausgeführt wird. Der genaue Umfang eines Produkts lässt sich daher nicht immer klar abgrenzen. Die heutigen Benutzer können auf Funktionen über eine Vielzahl von Geräten zugreifen. Sie können die Raumtemperatur in ihrer Wohnung z. B. über ein Smartphone, einen Computer und einen physisch vorhandenen Thermostat regeln. Außerdem können IoT-Geräte inzwischen miteinander kommunizieren. Das hat zur Folge, dass das De-facto-Produkterlebnis möglicherweise auf dem Zugriff über mehrere Geräte basiert. Viele Produkte sind heutzutage zudem eng mit Serviceleistungen verknüpft. Ein intelligentes Audiosystem besteht zunächst nur aus einfachen Wireless-Lautsprechern und Audiokomponenten. Die zugehörigen Musik-Streamingdienste sorgen aber für das besondere Erlebnis, an dem der Benutzer interessiert ist.

Das Potenzial dieser Software-definierten Funktionen besteht darin, dass Produkte aus ihrer Betriebsumgebung „lernen“ und durch transparent ablaufende Software-Updates verbessert werden können. Die Produkte können frühzeitige Warnmitteilungen über potenzielle Fehler an Teilen an den Hersteller senden, der daraufhin proaktive Wartungsservices einleiten kann, um ungeplante Ausfallzeiten zu vermeiden. In einigen Fällen können Reparaturen sogar remote über eine Software vorgenommen werden. Daten zur Produktnutzung und -leistungen können auch den für das Produktdesign zuständigen Mitarbeitern Erkenntnisse liefern. Die Unternehmen können so neue Services oder Funktionen anbieten, die bei dem ursprünglich vorgestellten Produkt überhaupt nicht vorgesehen waren.

Tesla sendet z. B. Software-Upgrades an seine Fahrzeuge, um das Fahrerlebnis durch neue Services kontinuierlich zu verbessern. Das Unternehmen gab kürzlich bekannt, dass ein Software-Update anstelle einer Reparatur durch einen Mechaniker den nahezu fahrerlosen Betrieb seiner Fahrzeuge ermöglichen würde.² Software-Updates zur Fehlerbehebung können jederzeit auch autonom vom Fahrzeug selbst angefordert werden. Damit diese Strategie effektiv funktioniert, muss die Software auch bei einer Weiterentwicklung des Produkts während seiner gesamten Lebensdauer auf dem neuesten Stand gehalten werden. Ist ein Hersteller wie Tesla beispielsweise in der Lage, alle Optionen und Veränderungen durch

Nachrüstungen aller Fahrgestellnummern nachzuvollziehen, um das richtige Software-Update durchzuführen? Sicherheit und Zuverlässigkeit können hierbei wesentliche Faktoren sein. Problemen bei den Bremsen oder beim Motor aufgrund eines Softwarefehlers können katastrophale Folgen haben.

Außerdem sind Produkte immer stärker auf bestimmte Märkte zugeschnitten, weil spezifische kulturelle Präferenzen oder rechtliche Bestimmungen berücksichtigt werden müssen. Ein offensichtliches Beispiel hierfür sind Fahrzeuge für die Märkte in Nordamerika bzw. Großbritannien. Ein Großteil des Designs der Fahrzeuge für die beiden Märkte ist identisch, mit Ausnahme der Fahrerposition. Bei anderen Produkten, selbst im Automobilbereich, bieten die Hersteller aber geringfügige Anpassungen, um ein Produkt für mehr Marktsegmente so attraktiv wie möglich zu machen.

Die Auswirkungen auf die Produktentwicklung

Da Unternehmen ihre Produkte weiterentwickeln, um die Vorteile des Internet of Things nutzen zu können, müssen auch die Prozesse und Technologien in der Produktentwicklung weiterentwickelt werden. Die traditionellen, „End-to-End“ Entwicklungsverfahren wurden nicht für die modernen „Systems of Systems“ von heute konzipiert. Die Entwicklung in linearen Phasen, die Definition der Anforderungen, gefolgt von Design, Entwicklung und Tests, kann zu Engpässen und Verzögerungen führen, welche die Produktfreigaben verzögern. Bei diesem traditionellen Modell sind Verkaufszahlen und Kundenbeschwerden nach Abschluss von Entwicklung und Produktion die einzigen Rückmeldungen zur Konzeption. Der Support für Geschäftsprozesse wird häufig durch eine unabhängige Funktion in einem anderen Unternehmen bereitgestellt.

Im Zeitalter von IoT ist es essentiell, Rückmeldungen zur Leistung im laufenden Betrieb an die Produktentwicklung zu liefern. Anstelle einfacher Reaktionen auf Rückmeldungen wie Ansprüche auf Garantieleistungen oder Produktfehler, ist allerdings ein *proaktiver* Ansatz nötig, bei dem Entwickler betriebliche und leistungsspezifische Daten analysieren können, um aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen. So können Entwicklungsteams dynamisch dazulernen und die Produktleistung wesentlich schneller als bisher verbessern.

Ein intelligenter, proaktiver Entwicklungsprozess, in den Rückmeldungen regelmäßig einfließen, bietet Produktingenieuren und -entwicklern folgende Vorteile:

- Integration und Analyse von Daten, die über die Grenzen traditioneller Entwicklungsdisziplinen hinausgehen, z. B. Maschinenbau, Elektrotechnik und Softwareentwicklung
 - Verifikation der korrekten Funktion auf Systemebene, bevor teure physische Produkte für Testzwecke gebaut werden
 - Ausführung unterschiedlicher Arten von Analysen, wenn herkömmliche Tests für Zertifizierungen oder aus Gründen der Komplexität nicht ausreichen
 - Verarbeitung von mehreren unterschiedlichen Anforderungsprofilen und Hunderten von Produktvarianten
-

Die immer größere Komplexität von IoT-Produkten erfordert mehr Disziplin bei der Entwicklung. Die Entwickler müssen mit den *geschäftlichen Auswirkungen* ihrer Entscheidungen und der Beziehung zwischen Entwicklungs-, Prozess- und Servicefunktionen untereinander vertraut sein. Die Entwickler müssen alle Aspekte überdenken – wie sie die Einhaltung regulatorischer Bestimmungen und vorausschauende Wartung bewältigen, wie sie Änderungen am Design und die zugehörigen Services integrieren, wie sie Verfahren für die agile Softwareentwicklung und andere bewährte Verfahren implementieren.

Durch die Komplexität der Produkte, einschließlich Sensoren und der Notwendigkeit zur Generierung von Daten, ist vorgegeben, dass sie als Systeme konzipiert werden. Die Interaktion dieser komplexen Produkte mit der verbundenen Betriebsumgebung, die selbst unvorhersehbar ist, erfordert, dass sie als Systeme in Systemen konzipiert werden. Angesichts der Tatsache, dass Software-basierte Funktionen und Services mit eingebunden werden, müssen Entwickler in der Lage sein, die

Auswirkungen von Designentscheidungen unabhängig vom Entwicklungsbereich zu verstehen. Das Funktionsspektrum, das ihnen dabei hilft, lautet *Continuous Engineering*.

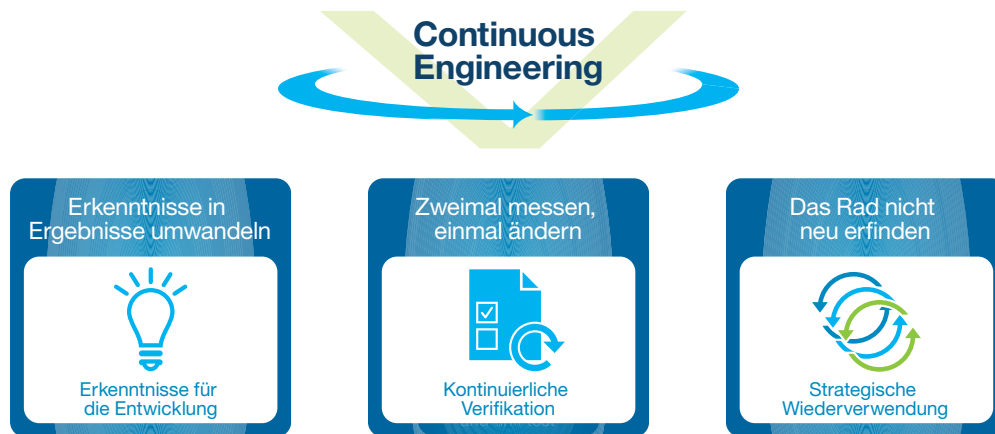
Continuous Engineering: Herausforderungen bei Innovationen in Chancen verwandeln

Durch Continuous Engineering können die Herausforderungen bei der Entwicklung von IoT-Produkten bewältigt werden. Continuous Engineering ist eine Fähigkeit des Unternehmens, um die immer schneller eintretenden Veränderungen besser zu bewältigen. So können Unternehmen die Bereitstellung immer komplexerer und stärker miteinander vernetzter Produkte beschleunigen. Continuous Engineering bietet Unternehmen folgende Vorteile:

- **Besseres Kundenerlebnis:** Anwendung von kundenspezifischen Erkenntnissen und Entwicklung relevanter Produkte
- **Bewältigung der Komplexität:** Schnellere Umsetzung von Innovationen und höhere Effizienz in der Entwicklung
- **Nutzung von Verbindungen:** Verarbeitung unvollständiger Informationen zur Schaffung größerer, miteinander vernetzter Systeme
- **Interdisziplinäre Zusammenarbeit:** Frühzeitige Integration, um schwer wiegende Integrationsprobleme zu einem späten Zeitpunkt zu vermeiden

Anwendung von Continuous Engineering auf IoT-Produkte

Continuous Engineering ist besonders wichtig für Hersteller, die Produkte ständig aktualisieren müssen, um dynamische Anforderungen zu erfüllen. Dies ist im Zeitalter von IoT zur Normalität geworden.



Continuous Engineering kann Herstellern dabei helfen, neue Möglichkeiten zu nutzen, um IoT-Produkte anbieten zu können. Gleichzeitig werden die Entwickler in die Lage versetzt, Herausforderungen bei der Entwicklung dieser Produkte besser zu bewältigen.

Bewältigung komplexer Strukturen

Da es sich bei IoT-Produkten im Wesentlichen um „Systems of Systems“ handelt, ist die Disziplin Systems Engineering für deren erfolgreiches Design von entscheidender Bedeutung. Systems Engineering hilft Entwicklern, interdisziplinär zusammenzuarbeiten und Missverständnisse zu vermeiden, die möglicherweise zu unvorhergesehenen Designproblemen führen. Herkömmliche, isoliert voneinander agierende Entwicklungsteams haben nahezu keine Möglichkeit, Daten gemeinsam zu nutzen und voneinander zu lernen. Dank Systems Engineering können integrierte Teams – wenn Kunden ein neues Feature anfordern – schneller entscheiden, wie der Bedarf erfüllt werden kann. Falls ein Sicherheitsstandard geändert wurde, können die Aktivitäten über verschiedene Disziplinen hinweg einfacher koordiniert werden, und die Einhaltung der neuen Bestimmungen wird schneller erreicht.

Eine weitere wichtige Funktion zur Vereinfachung komplexer Strukturen ist die strategische Wiederverwendung von Designinformationen. Durch die strategische Wiederverwendung gemeinsamer Designelemente können Entwicklungsorganisationen IoT-Produkte schnell an bestimmte Märkte anpassen – und zwar kostengünstig, zeitnah und in der

gewünschten Qualität. Dank dieses Verfahrens können Teams bereits abgeschlossene Designs, Komponenten und Subsysteme verwenden, von denen man weiß, dass sie funktionieren. So wird die Effizienz gesteigert und die Komplexität leichter bewältigt.

Traditionell gehen Entwickler bei der Wiederverwendung nach einem „Clone-and-own“-Ansatz vor. Dabei werden Designelemente einfach kopiert und modifiziert, um die Anforderungen eines neuen Produkts zu erfüllen. Allerdings können Änderungen nicht einfach zwischen den beiden vollständig separaten Kopien der Entwicklungsressourcen übertragen werden, insbesondere, wenn nur unzureichend dokumentiert wird, wo die Kopien verwendet oder gespeichert werden. Ohne eine effektive Wiederverwendung nimmt die Komplexität bei jeder weiteren Produktkonfiguration exponentiell zu. Und im IoT-Umfeld entwickeln Unternehmen möglicherweise Hunderte oder Tausende von Produktvarianten und kombinieren dabei beliebig viele unterschiedliche Komponenten im Hinblick auf bestimmte Anforderungen miteinander.

Mit einem Ansatz, der die Entwicklung von Produktlinien berücksichtigt, können Unternehmen Komponenten und Varianten präziser nachverfolgen, auf Veränderungen reagieren und Produktdesigns sowie die Zusammenarbeit in der Entwicklung optimieren. Dies wird als *Product Line Engineering* bezeichnet. Dieses Konzept bietet Unternehmen den enormen Vorteil, Probleme erkennen und beheben zu können, bevor diese das Geschäft beeinträchtigen. Durch den Vergleich von Verhaltensweisen bei den unterschiedlichen Produktvarianten können Probleme schneller eingegrenzt und behoben werden. Wenn die Produktvarianten A, B und C z. B. zu 80 Prozent dasselbe Design aufweisen, können die zugehörigen betrieblichen Daten Erkenntnisse über die Aspekte des Designs liefern, die sich auf die Leistung auswirken. Ebenso können Entwickler durch die Korrelation von Daten über verschiedene Produktlinien hinweg erkennen, warum ein Fehler in der einen Konfiguration auftaucht und in der anderen nicht, und mit der Korrektur des Designs beginnen.

Produktlinien helfen Entwicklern dabei, im Falle eines Produktfehlers die dazu gehörenden Designinformationen zu identifizieren. Wenn ein Problem z. B. nur in einem bestimmten Markt auftritt, liegt die Ursache vermutlich in der Anpassung für diesen Markt. Wenn das Problem dagegen in mehreren Märkten auftritt, liegt die Ursache wahrscheinlich in gemeinsamen Designelementen. Durch die strategische Wiederverwendung können Entwickler den Fehler an einer Stelle beheben und die Korrektur anschließend in alle Märkte übertragen, bevor der Fehler dort tatsächlich auftritt. Die Qualität ist wichtig, da die Wiederverwendung einer fehlerhaften Komponente in allen Varianten einer Produktlinie katastrophale Folgen für das Unternehmen haben kann. Tests wiederum erfordern eine intensivere Vorabplanung. Die Testteams können z. B. einen Testplan für die allgemeinen Features definieren und individuelle Testpläne für einzelne Aspekte einer Produktvariante erstellen.

Über die Phase der Produktentwicklung hinaus ist die Möglichkeit, spezifische IoT-Produktvarianten im realen Betrieb nachverfolgen zu können, wichtiger als je zuvor. Die Entwickler müssen z. B. genau wissen, welche Software auf welchen Produkten installiert wurde, damit sie vor der Freigabe von Software-Updates für die unterschiedlichen Konfigurationen die richtigen Tests durchführen. (Es sollen nicht versehentlich zu

Beschädigungen kommen, insbesondere nicht bei Industrieanlagen mit langen Lebenszyklen.) Entwicklungsteams müssen außerdem in der Lage sein zu verstehen, wie der Zusammenhang ist zwischen den möglicherweise unterschiedlichen Stücklisten für Wartung und Auslieferung sowie der ursprünglichen Stückliste des Designs. Durch dieses *Konfigurationsmanagement* können sie Gemeinsamkeiten identifizieren, die zu einer höheren Effizienz in der Entwicklung beitragen. Beispielsweise können bestimmte Designkomponenten wiederverwendet werden, um redundante Prozesse und Nachbearbeitungen zu vermeiden und die Markteinführung von IoT-Lösungen zu beschleunigen.

Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen

Heutige IoT-Produkte müssen Elemente einbinden, die bei der Erstentwicklung des Systems üblicherweise noch nicht bekannt waren. Sie können Millionen von Komponenten enthalten, die selbst auch bereits komplex sind. Das schließt Komponenten unterschiedlicher Hersteller mit unterschiedlichen Anforderungen und Geschäftszielen mit ein. Dadurch kann eine Systemumgebung entstehen, in der es außerordentlich schwierig ist, die Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen nachzuweisen. Ein Fehler in einer Anwendung auf dem Smartphone oder auf einem am Körper tragbaren Fitness-System („Wearable“) ist zwar für den Benutzer ärgerlich, das Potenzial für Schäden ist jedoch vergleichsweise gering im Vergleich zu Problemen mit der Sicherheit oder Zuverlässigkeit in einem Flugzeug, in einem Kraftwerk oder auf einer Bohrinself. Und was wäre, wenn ein Smartphone mit einem Flugzeug, einem Kraftwerk oder einer Bohrinself verbunden wäre? Im Internet of Things kann alles miteinander vernetzt sein. Das bietet einerseits neue Möglichkeiten, schafft andererseits aber neue Schwachstellen.

Die Einhaltung regulatorischer Bestimmungen ist eine noch komplexere Herausforderung, wenn die Geräte in Echtzeit mit mehreren Software-gesteuerten Entscheidungsinstanzen verbunden werden, die auf Datenanalysen basieren. Die neuen Designmethoden müssen an diese „Systems of Systems“ angepasst werden. Es geht dabei nicht nur um Geldstrafen, die bei der Nichteinhaltung von Bestimmungen fällig werden, auch die öffentliche Gesundheit und Sicherheit können auf dem Spiel stehen.

Durch die zunehmende Verbreitung von Software und Verbindungen in IoT-Produkten ist die Zahl der potenziellen Ansatzpunkte für Sicherheitsverstöße und Sicherheitslücken gestiegen. Glücklicherweise werden viele Designstandards weiterentwickelt, damit Entwickler Sicherheitsrisiken auf ein Minimum reduzieren können. Die Einhaltung dieser Standards ist zwingend vorgeschrieben bei sicherheitskritischen Anwendungen in zahlreichen Branchen (z. B. in der Luft- und Raumfahrt und in der Medizintechnik).

Der Nachweis der Einhaltung von Bestimmungen kann jedoch ebenfalls eine Herausforderung darstellen. Es erfordert ein präzises Management von Änderungen an Anforderungen und die Fähigkeit nachweisen zu können, dass die geeigneten Tests für alle Anforderungen und auf jedem Designlevel durchgeführt wurden.

Eine integrierte Toolkette mit durchgängiger *Nachvollziehbarkeit* ist hier von entscheidender Bedeutung. Durch die Verknüpfung von Designs und Anforderungen mit Daten über Tests und Integrationen können Entwickler die Verwendung von Designelementen während des gesamten Entwicklungszyklus *überwachen*. Sie können die Beziehungen zwischen unterschiedlichen Artefakten schnell verstehen und die Auswirkungen von Änderungen auf alle Komponenten des Systems vorhersagen. Dazu gehören auch potenzielle Auswirkungen auf zugehörige Teile und den Softwarecode. Offene Standards, z. B. die OSLC-Spezifikationen (Open Services for Lifecycle Collaboration), schaffen die Grundlagen für diese bereichsübergreifende Einbindung. Informationen können während des gesamten Lebenszyklus – von der ursprünglichen Stückliste bis hin zum laufenden Betrieb – miteinander verknüpft werden. Das trägt dazu bei, die Leistung und Reaktionsfähigkeit des gesamten Unternehmens zu verbessern.



Continuous Engineering ermöglicht eine Produktentwicklung mit regelmäßiger Einbeziehung von Rückmeldungen und beschleunigt die Umsetzung von Innovationen durch agile Iterationen.

Bessere Qualität und kürzere Zyklen

Um wettbewerbsfähig bleiben, müssen Hersteller ihre Produkte immer schneller auf den Markt bringen und gleichzeitig die Qualität ihrer Produkte ständig verbessern. Diese Zielsetzungen scheinen sich zwar zu widersprechen, dennoch gibt es Möglichkeiten, beide zu erreichen, und zwar mithilfe *kontinuierlicher Verifikation und Validierung*.

Die *kontinuierliche Validierung* bietet Entwicklungsteams die Möglichkeit sicherzustellen, dass sie die richtigen Anforderungen erfasst haben und diese auch während des gesamten Entwicklungsprozesses validiert haben, damit *das richtige Produkt entsteht*, das den Bedarf des Kunden erfüllt. Die *kontinuierliche Verifikation* hilft den Teams sicherzustellen, dass sie diese Anforderungen einhalten und *das Produkt auf die richtige Weise entwickeln*. Der Vorteil besteht darin, dass Fehler frühzeitig im Entwicklungszyklus erkannt werden. So sind die Kosten für die Behebung von Fehlern erheblich geringer, als wenn Fehler erst zu einem späteren Zeitpunkt festgestellt werden. Es entsteht letztendlich ein qualitativ besseres Produkt, das allen Terminvorgaben und Erwartungen des Kunden entspricht.

Durch die kontinuierliche Validierung und Überprüfung können Unternehmen betriebliche Daten analysieren, um zu bestimmen, ob die Leistung der IoT-Produkte die Anforderungen tatsächlich erfüllt. Computermodelle und andere virtuelle Prototypen sind in frühen Phasen wichtig für die Überprüfung des Produktverhaltens im Vergleich zum Systemdesign. Im Zuge der Weiterentwicklung des Designs können kontinuierlich Tests durchgeführt werden. Hierbei können sowohl logische als auch physische Modelle zur Abstraktion von mechanischen, elektronischen und Software Komponenten verwendet werden. Integrationsprobleme werden frühzeitig entdeckt mithilfe von Anwendungsfällen für die Analyse auf Systemebene.

Virtuelle Prototypen und Tests liefern den Entwicklern nicht nur Erkenntnisse über das dynamische Verhalten des Systems als Ganzes (einschließlich aller Subsysteme), sie sparen auch Zeit, da nicht mehr zahlreiche Prototypen erstellt werden müssen.

Mithilfe modellbasierter Simulationen kann der Status problemlos erfasst werden und Entwickler können schnell das optimale Design festlegen.

Die kontinuierliche Verifikation hilft den Entwicklungsteams, die Balance zwischen Qualität und Geschwindigkeit zu bewahren. So können Produkte schneller fertiggestellt werden, ohne auf Features verzichten zu müssen. Die Echtzeitanalyse von Testdaten bedeutet, dass Entwickler basierend auf quantitativen Informationen fundierte Entscheidungen treffen und Änderungen proaktiv durchführen können. Durch Fehlerverfolgung und Änderungsmanagement können Teams Probleme und Fehler präzise identifizieren, priorisieren und beseitigen. Dank Testautomatisierung lassen sich die Validierung und Verifikation der Produktleistung in Bezug auf die Anforderungen während des gesamten Designlebenszyklus effizienter gestalten. Die Zahl der Fehler verringert sich, und die gewünschte Qualität wird schneller erreicht.

Anpassung an Änderungen

Die führenden Anbieter von IoT-Produkten werden diejenigen sein, die sich auf Änderungen bei Kundenstimmungen und in der Technologie einstellen können. Diese Änderungen erfordern die kontinuierliche Weiterentwicklung ihrer Produkte, um in ihren Zielmärkten wettbewerbsfähig zu bleiben. Im Gegensatz zu den bisherigen Produkten liefern intelligente, vernetzte IoT-Produkte betriebliche und leistungsbezogene Informationen, die für den Hersteller äußerst wertvoll sind, wenn sie richtig verwendet werden. Unglücklicherweise sind 90 Prozent dieser Informationen unstrukturiert, und 60 Prozent sind innerhalb von Millisekunden nach ihrer Erstellung bereits veraltet.³ Die richtige Verwendung analytischer Methoden kann jedoch sowohl den Entwicklern als auch den Anwendern eines Produktes Erkenntnisse liefern, um das Design und den Betrieb des Produkts zu verbessern.

IBM schätzt, dass 90 Prozent aller auf IoT-Geräten generierten Daten (z. B. Smartphones, Tablets, vernetzte Fahrzeuge und Appliances) niemals analysiert oder verarbeitet werden. Zudem verringert sich der Nutzen von 60 Prozent dieser Daten innerhalb von Millisekunden nach deren Generierung.³

Traditionell wurden Geschäftsprozesse getrennt von der Fertigung durchgeführt. Heute können Daten zur Produktleistung und -nutzung zur Verbesserung des Designs des Produkts selbst verwendet werden. Entwicklungsteams müssen mit Mitarbeitern aus dem Operations-Bereich, mit Außendienstmitarbeitern und mit Serviceanbietern auf eine neue Art und Weise zusammenarbeiten, um die richtigen Daten festzulegen, die von den Produkten gesammelt werden sollen. Mit Funktionen für Echtzeitüberwachung und -analysen können Produkte ermitteln, wann präventive Wartungsvorgänge erforderlich sind, bevor Fehler auftreten. IoT-Produkte können in der Tat häufig remote über Software repariert werden. Dadurch werden Ausfallzeiten bei Produkten verkürzt und es müssen keine Mitarbeiter für Reparaturen beauftragt werden.

Analysen, mit denen Fehler prognostiziert werden können, liefern außerdem Erkenntnisse zu Verbesserungen in der Entwicklung, die im Produkt vorgenommen werden sollten. Die zustandsbasierte Überwachung ist besonders für die Wartung von Industrieanlagen sinnvoll, die einen weitaus längeren Lebenszyklus als Konsumgüter aufweisen. Mit vorausschauender Wartung lässt sich die Funktionsbereitschaft fast aller Produkttypen verlängern bei geringeren Kosten.

Durch effizientere Wartungsvorgänge können die Hersteller außerdem ihr Geschäftsmodell transformieren und Serviceleistungen kostengünstiger bereitstellen. Die Triebwerke von Flugzeugen sind z. B. so konzipiert, dass sie stundenweise Strom liefern zu geringen, kalkulierbaren Kosten. Die Kunden der Fluggesellschaften sind aber nicht die Eigentümer der Triebwerke selbst und müssen sich daher keine Gedanken über deren Wartung machen. Inzwischen berechnen die Hersteller höhere Kosten für den Serviceanteil ihres Angebots (bzw. erreichen einen höheren Gewinn bei gleichbleibenden Kosten).

Angesichts der Tatsache, dass ein Großteil der Funktionalität von IoT-Produkten über Software realisiert wird, hängt die Fähigkeit, ein Produkt an Veränderungen auf dem Markt anzupassen, größtenteils vom Know-how des Herstellers in der Softwareentwicklung ab. Ein agiles Konzept beim Design von IoT-Produkten ist sowohl für Systems Engineering als für Softwareentwicklungsteams wichtig. Bei der Entwicklung von IoT-Produkten sind Designänderungen in einer späten Phase und nach dem Kauf durchaus üblich. Die Synchronisation der Abläufe in der Hardware- und Softwareentwicklung ist besonders schwierig, da Software-Updates im Vergleich zu traditionellen Hardware-Updates viel schneller durchgeführt werden können. Führende Hersteller verwenden DevOps-Systeme, um die Bereitstellung von Software zu managen. Entwickler und Techniker können sich dadurch auf Innovationen konzentrieren.

Die Hersteller müssen im heutigen Geschäftsumfeld schnellere Entscheidungen auf der Grundlage von weitaus mehr Daten treffen. Das bedeutet, dass die Teams in der Produktentwicklung erheblich agiler sein müssen, wenn es darum geht, auf Informationen zu reagieren, Entwicklungsprozesse zu organisieren, Entwicklern mehr Möglichkeiten zu schaffen und Tools in der gesamten Entwicklungsinfrastruktur auszurollen. Isolierte Datensilos eignen sich nicht für dieses neue Modell der Produktentwicklung.

Agile Methoden sind darauf ausgerichtet, auf Veränderungen reagieren zu können. Das Hauptaugenmerk richtet sich daher bei Projekten stärker auf die Erfüllung von Kundenanforderungen. Regelmäßige Rückmeldungen von Kunden gewährleisten einen kooperativen Prozess. IoT-Produkte können jetzt sogar selbst ihre Rückmeldungen übermitteln. Produkte, die z. B. remote Software-Updates basierend auf Analysen von Produktdaten aus einem komplexen IoT-Netzwerk erhalten, können zu Designänderungen im Hinblick auf Leistung, Zuverlässigkeit oder neue Features beitragen. Das bedeutet, dass der Entwicklungsprozess insgesamt deutlich integrierter und agiler als je zuvor durchgeführt werden kann. Es darf nicht mehr Jahre dauern, ein Produkt zu ändern. Neue Versionen müssen innerhalb weniger Wochen oder Monate verfügbar sein, um den Anforderungen von Kunden und Endbenutzern gerecht zu werden.

Fazit

Das Internet of Things verändert das Verhalten und die Erwartungen des Kunden. Führende Unternehmen reagieren auf die damit verbundenen Herausforderungen und Chancen. Die Produktentwicklung im IoT-Umfeld ist zunehmend kundenorientierter. Das erfordert proaktive Entwicklungsprozesse, die Rückmeldungen so frühzeitig und häufig wie möglich im Designprozess vorsehen. Die Möglichkeiten des Continuous Engineering, die Entwicklern dabei helfen, komplexe Strukturen zu bewältigen, Bestimmungen einzuhalten, die Qualität zu verbessern, Zyklen zu verkürzen und Anpassungen bei Änderungen vorzunehmen, sind von entscheidender Bedeutung, um Innovationen für das Internet of Things schneller umzusetzen.

Weitere Informationen

Wenn Sie mehr darüber erfahren möchten, wie IBM® Ihre Entwicklungsorganisation dabei unterstützen kann, das Potenzial des Internet of Things optimal zu nutzen, wenden Sie sich an Ihren IBM Ansprechpartner oder IBM Business Partner, oder besuchen Sie uns unter: ibm.com/continuousengineering

Mithilfe von IBM Global Financing können Sie darüber hinaus die Softwarefunktionen, die Ihr Unternehmen benötigt, auf die preislich und strategisch günstigste Art erwerben. Wir passen unsere IT-Finanzierungslösungen für Sie als Kunde mit entsprechender Bonität individuell an Ihre Geschäfts- und Entwicklungsanforderungen an und unterstützen Sie bei einem effizienten Liquiditätsmanagement und der Senkung Ihrer Gesamtbetriebskosten. Finanzieren Sie wichtige IT-Investitionen mit IBM Global Financing und verschaffen Sie Ihrem Unternehmen einen Vorsprung. Weitere Informationen finden Sie im Internet unter: ibm.com/financing/de/



IBM Deutschland GmbH

IBM-Allee 1
71139 Ehningen
Germany
ibm.com/de

IBM Österreich

Obere Donaustrasse 95
1020 Wien
ibm.com/at

IBM Schweiz

Vulkanstrasse 106
8010 Zürich
ibm.com/ch

Die IBM Homepage finden Sie unter: ibm.com/de

IBM, das IBM Logo und ibm.com sind Marken oder eingetragene Marken der International Business Machines Corporation in den USA und/oder anderen Ländern. Sind diese und weitere Markennamen von IBM bei ihrem ersten Vorkommen in diesen Informationen mit einem Markensymbol (® oder ™) gekennzeichnet, bedeutet dies, dass IBM zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Informationen Inhaber der eingetragenen Marken oder der Common-Law-Marken (common law trademarks) in den USA war. Diese Marken können auch eingetragene Marken oder Common-Law-Marken in anderen Ländern sein.

Eine aktuelle Liste der IBM Marken finden Sie auf der Webseite „Copyright and trademark information“ unter: ibm.com/legal/copytrade.shtml

Weitere Unternehmens-, Produkt- oder Servicennamen können Marken oder Servicemarken anderer Hersteller sein.

¹ Larry Dignan, „Internet of things: \$8.9 trillion market in 2020, 212 billion connected things“, *ZDNet*, 3. Oktober 2013. <http://www.zdnet.com/article/internet-of-things-8-9-trillion-market-in-2020-212-billion-connected-things/>

² Aaron M. Kessler, „Elon Musk Says Self-Driving Tesla Cars Will Be in the U.S. by Summer“, *The New York Times*, 19. März 2015. <http://www.nytimes.com/2015/03/20/business/elon-musk-says-self-driving-tesla-cars-will-be-in-the-us-by-summer.html>

³ „IBM Connects ‘Internet of Things’ to the Enterprise“, *IBM Corp.*, 31. März 2015. <http://www-01.ibm.com/software/info/internet-of-things/iot-prod/iot-announcement.html>

Hinweise auf IBM Produkte, Programme und Services in dieser Veröffentlichung bedeuten nicht, dass IBM diese in allen Ländern, in denen IBM vertreten ist, anbietet.

Die Produktinformationen geben den derzeitigen Stand wieder. Gegenstand und Umfang der Leistungen bestimmen sich ausschließlich nach den jeweiligen Verträgen.

Diese Veröffentlichung dient nur der allgemeinen Information. Die in dieser Veröffentlichung enthaltenen Informationen können jederzeit ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Aktuelle Informationen zu IBM Produkten und Services erhalten Sie bei der zuständigen IBM Verkaufsstelle oder dem zuständigen Reseller.

Bei abgebildeten Geräten kann es sich um Entwicklungsmodelle handeln.

© Copyright IBM Corporation 2016



Bitte der Wiederverwertung zuführen