



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

# Intelligent vernetzte Reifenplattform

Hersteller erfinden die Mobilität von morgen von Grund auf neu – mit intelligenter Reifentechnologie.



WHITE PAPER



## Was haben Automobile, Lastwagen, Traktoren, Motorräder, Fahrräder und Flugzeuge gemeinsam?

Was sie gemeinsam haben, ist der Einsatz von Reifen. Der Reifen ist immer wichtig, unabhängig davon, ob das Fahrzeug durch eine Batterie, Wasserstoff oder Brennstoffe auf Kohlenstoffbasis angetrieben wird. Trotz dramatischer Veränderungen in der Mobilität, Entwicklungen in der Antriebstechnik und des Einsatzes von Software in Fahrzeugen ist der Reifen nach wie vor die einzige Komponente, die den Boden berührt. Reifen bewegen Dinge von A nach B. Dabei haben sie auch einen entscheidenden Einfluss auf die Sicherheit, insbesondere beim Bremsen.

## Reifen sind somit wichtig

Die meisten Menschen denken nicht viel über Reifen und darüber nach, was wirklich passiert, wenn der Reifen die Straße berührt. Bestenfalls werfen wir gelegentlich einen Blick auf die Reifen ("Sieht der Reifen abgefahren aus?", oder "Wie viel Profil ist noch vorhanden?") und lassen sie in regelmäßigen Abständen vom Service überprüfen. Nutzfahrzeuge und landwirtschaftliche Fahrzeuge hingegen erfordern eine detailliertere und regelmäßige Prüfung. Diese Prüfungen sind jedoch weder intelligent noch automatisiert und können leicht von subjektiven Faktoren beeinflusst werden.

Es besteht eine direkte Beziehung zwischen dem Zustand der Reifen und Unfällen, dem Fahrverhalten des Fahrzeugs und dem Kraftstoffverbrauch. Es besteht außerdem eine direkte Beziehung zwischen einem Reifen und dem Fahrzeug, an dem er montiert ist. Der Hersteller des Fahrzeugs bestimmt zwar, wie hoch der Reifendruck sein sollte, aber nicht, welcher Reifentyp verwendet werden sollte. Es ist wahrscheinlich, dass ein Reifen derselben Marke und desselben Modells bei Fahrzeugen verschiedener Hersteller unterschiedliche Druckwerte hat.

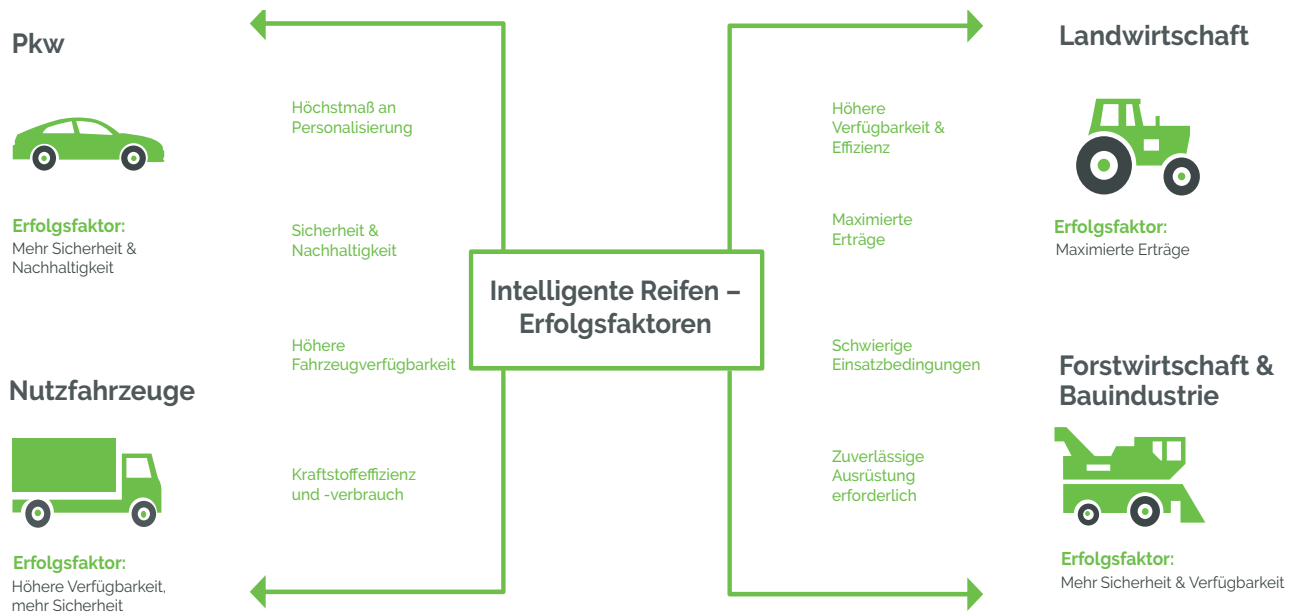
Die Reifen beeinflussen zudem direkt und indirekt die Betriebskosten (OpEx) der Fahrzeugflotte – und zwar über die Kraftstoffeffizienz und die Wartung. Laut der National Highway Traffic Safety Association (NHTSA) beeinflussen die Reifen die Betriebskosten von Fahrzeugflotten mit rund 10 bis 15 %. Zum Vergleich: Eine amerikanische Durchschnittsfamilie gibt jährlich 5.000 Dollar für den Kraftstoff ihrer Fahrzeuge aus. Das bedeutet, dass allein der Reifendruck zwischen 500 und 750 Dollar dieser Kosten bestimmt. Multiplizieren Sie das mit Hunderten oder Tausenden von Fahrzeugen in großen Fahrzeugflotten, und es ergibt sich ein beachtlicher finanzieller Einfluss. Darüber hinaus stellen Altreifen ein wachsendes Umweltproblem dar, denn sie werden entsorgt, sofern sie nicht runderneuert oder für alternative Anwendungen genutzt werden. Reifen sind also wichtig. Es fehlt uns jedoch nicht nur ein intelligenter Weg, mit den entsprechenden Problemen umzugehen, sondern wir wissen auch nicht genau, wie wir die Komponenten optimieren können.

## Darum ist "Smartness" so wichtig

Vor fast 4 Jahrzehnten begannen Unternehmen, kritische Assets zur Remoteüberwachung und für den Support zu vernetzen. Das begann mit dem Einsatz von Modems und verlagerte sich allmählich auf das Internet. Die sinkenden Kosten und die steigende Leistung ermöglichten weitere Einsatzszenarien. Dies führte schließlich zu einer Änderung des Produkt-Designs. Die OEMs fügten Software, Sensoren, Fehlercodes und interne Diagnosen als Hilfsmittel für die Ferndiagnose und Problembehandlung ein. Dieser Ansatz wird häufig pauschal als "smart" oder "intelligent" bezeichnet. Unabhängig von der verwendeten Terminologie hat das Konzept der "smarten" Reifen einen langen Weg hinter sich – von der genialen Bosch-Glocke, die den Fahrer vor Luftverlust im Reifen warnte, über RFID1 bis hin zu den rudimentären Reifendruck-Überwachungssystemen (Tire-pressure Monitoring System, TPMS).

Die gesetzlichen Vorschriften haben die Einführung von TPMS zwar vorangetrieben, doch dabei ging es vor allem um Sicherheit und Kraftstoffeinsparung, nicht um die Leistung der Reifen oder modernere Konstruktionslösungen. Das wahre Potenzial smarter, vernetzten Reifen wird also noch erforscht. Es reicht nicht aus, nur die Temperatur oder den

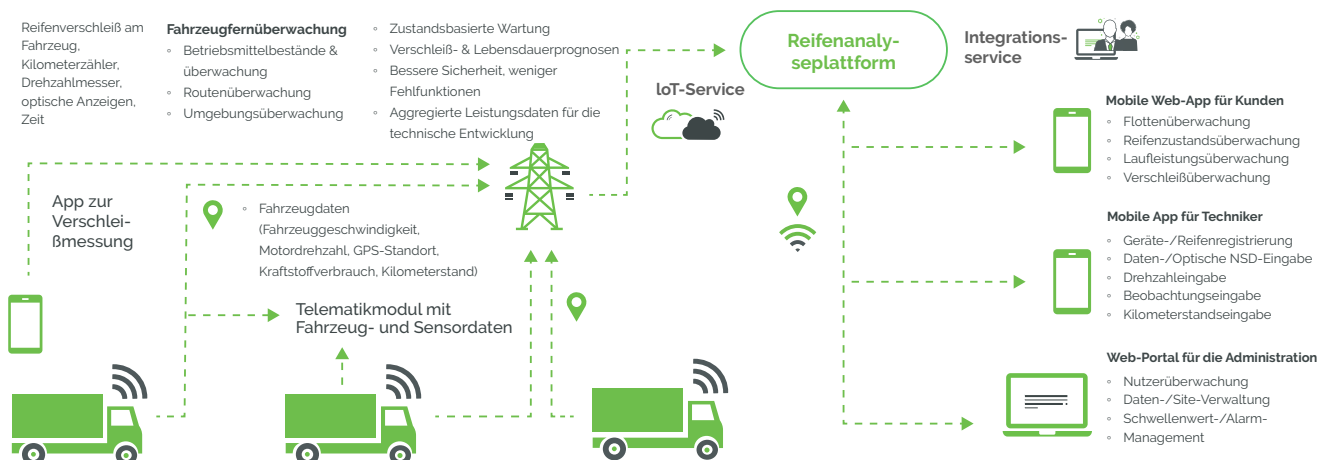
Druck zu kennen. Ein Reifen birgt viel mehr Potenzial für intelligente Technologie. Darüber hinaus könnten smarte, vernetzte Reifen eine umweltfreundliche Alternative für den gesamten Lebenszyklus eines Reifens bieten.



## Vom Messen zum Management

Es gibt zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. die Vorbeugung von Reifenpannen, die Verlängerung der Lebensdauer von Reifen durch Optimierung, die Messung von Reifenverschleiß und Profiltiefe sowie die Fahrzeugausrichtung und -belastung. Abhängig vom Gesprächspartner können Tiefe, Umfang und Nutzen dieser Möglichkeiten variieren. Große Fertigungsunternehmen, Startups und andere Innovatoren haben erkannt, dass diese Möglichkeiten tatsächlich realisierbar sind. Durch Sensorausgaben und die Ableitung von Kontaktflächenmustern mithilfe von Algorithmen für maschinelles Lernen entstehen bahnbrechende Innovationen. Im Ergebnis wird das Innovationspotenzial des Reifens Wirklichkeit. Viele führende Unternehmen der Branche haben bereits strategische Akquisitionen von Telematik- und Flottenmanagement-Dienstleistern durchgeführt. Sie haben erkannt, dass das Reifenmanagement ein wichtiger Faktor für zukunftssichere Flottenlösungen ist.

### Vernetzte Reifenplattform



## Ein System of Systems

### Kann man mehr erreichen, als nur die Sicherheit und Leistung eines einzelnen Fahrzeugs zu managen?

Die Reifentechnologie kann die Straßenverkehrssicherheit und das Verkehrsmanagement revolutionieren – von der Optimierung der Bedingungen für die Reifen bis hin zur Rationalisierung des Betriebs der Systeme von Fahrzeugen mittels Fahrzeug-zu-Fahrzeug- und Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation (V2V und V2I). Softwarebasierte Fahrzeuge (Software-defined Vehicles, SdV) verändern die Mobilitätslandschaft schon jetzt. Sie schaffen neue Möglichkeiten für ein individuelles Kundenerlebnis auf breiter Basis. Intelligente Reifen könnten eine Schlüsselkomponente für Anwendungen zu Fahrzeugen sein. Neue Anwendungsmöglichkeiten können Over-The-Air (OTA) übermittelt werden. Lidar, Radar und maschinelles Sehen tragen zwar wesentlich zur Verbesserung der Fahrzeugautonomie bei, können aber den sensorische Input eines erfahrenen Fahrers nicht ersetzen. Intelligente Reifen können jedoch die optischen Informationen um sensorische Daten ergänzen. Daten, die andere Komponenten weder sehen noch hören können. Smarte Reifen werden zukünftig zweifellos zu einer intelligenteren, sichereren, saubereren und effizienteren Mobilität beitragen. Sie werden unsere Art zu fahren (und möglicherweise auch irgendwann die Art, wie wir gefahren werden) transformieren.

## Warum gerade jetzt?

In den Anfängen der vernetzten Produkte lag der Schwerpunkt auf der Überwachung teurer, stationärer Assets, die eine vernünftige Rentabilität versprachen. Dafür gab es viele Gründe: Konnektivität war teuer und leistungsschwach, da Internet, WLAN und Mobilfunk noch in den Kinderschuhen steckten; Computer waren groß und teuer; Organisationen waren nicht vernetzt, und Daten wurden buchstäblich gehortet und nicht einmal analysiert. Heute sind diese technischen, sozialen und politischen Hürden in vielen Branchen und Unternehmen überwunden. Das Zeitalter des Digital Threads und der Digital Twins hat in Verbindung mit allgegenwärtiger und erschwinglicher Konnektivität und preiswerter Rechenleistung eine neue Welle innovativer Ideen und scheinbar unendlicher Möglichkeiten geschaffen.

Beim klassischen Konstruktionsmodell sammeln wir Informationen über die Benutzer, entwickeln eine Hypothese für die Konstruktion, setzen diese in ein Produkt um, fertigen das Produkt und testen es dann. Je nach Produkt führen wir Leistungstests auf Unit- oder Systemebene durch. Vielleicht sogar über Tools wie Highly Accelerated Life Testing (HALT). Diese Tests sind jedoch durch Faktoren wie Time-to-Market, Budgets, Ressourcen und auch durch unsere Fantasie begrenzt. Vernetzte Assets und Reifen erweitern die "Tests" auf den realen Alltag. Sie ermöglichen Konfigurationen von Fahrern, Fahrzeugen, Wetter, Beladung und Straßenbedingungen, die wir nicht vorgesehen haben oder die wir nicht nachstellen können. Sobald wir die Szenarien kennen, können wir Simulationstools nutzen, um neue Ideen zu testen, ohne sie überhaupt zu fertigen. Selbst wenn die Daten keine neuen Szenarien oder Variablen aufdecken, liefern sie statistisch relevante Daten mit einem Zuverlässigkeitsgrad, den wir anders niemals erreichen könnten. Im Gegensatz zum Marketing, das sich auf die "Stimme des Kunden" (Voice Of the Customer, VOC) konzentriert, handelt es sich hier um ein Programm, das die "Stimme des Produkts" und die "Stimme des Prozesses" validiert. Es ist jedoch unabhängig von der möglichen Beeinflussung durch den Kunden.

## Vorteile von Lösungen für vernetzte Produkte:

Die Hauptmotivation jeder Lösung für vernetzte Assets ist die Erfassung von Informationen über Produkte. Solche Lösungen bieten viele Vorteile wie Konnektivität, Sichtbarkeit, Alarme und Warnungen sowie eine erweiterte Remote-Unterstützung und eine Vielzahl anderer Funktionen. Produktdaten umfassen zwei Komponenten: die Serviceoptimierung und die Produktinnovation.

Die Lösung zur Serviceoptimierung erweitert die Produktfunktionen:

- Lösung von Problemen ohne Außeneinsätze über Remote-Service-Angebote
- Self-Service, mit dem Benutzer ihre Probleme selbst lösen können, was die Problembehebung beschleunigt und die Zufriedenheit erhöht

Produktinnovationen bieten Fertigungsunternehmen Vorteile:

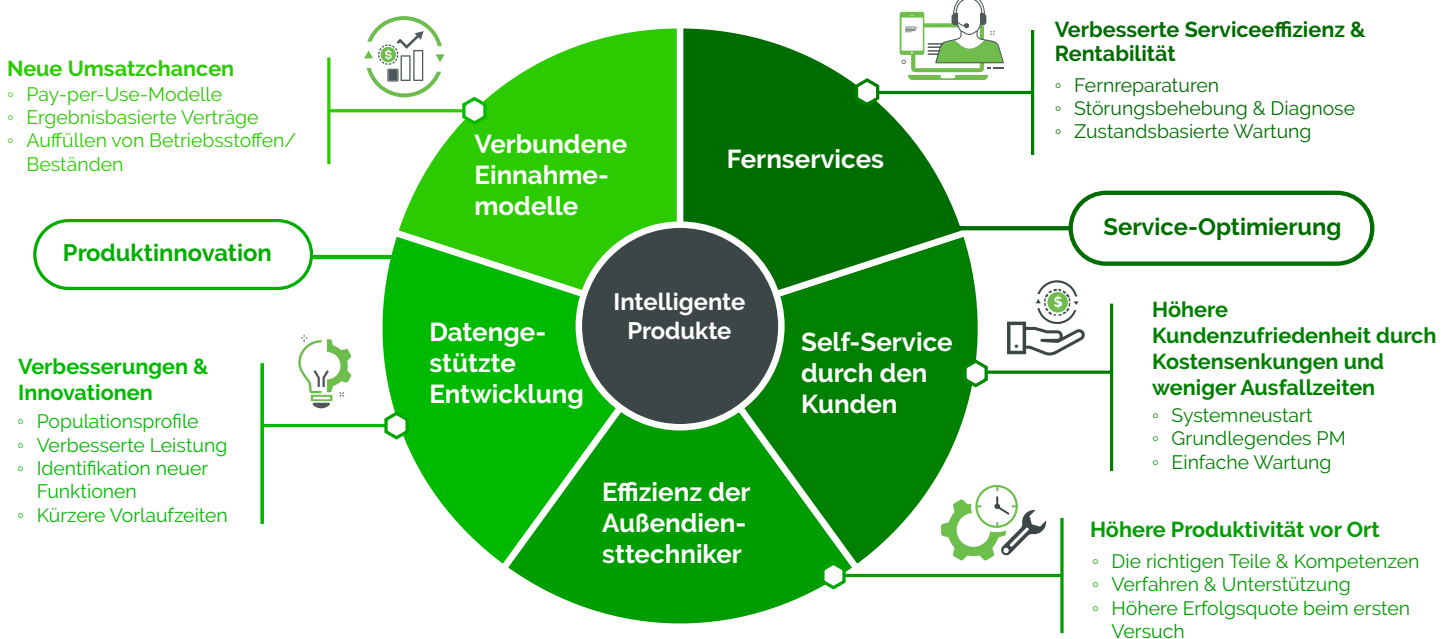
- Effektiverer Vertrieb von Verbrauchsmaterial dank Informationen zur Nutzung der Geräte durch die Kunden
- Automatisierte Benachrichtigung bei Möglichkeiten für Cross-Sell und Up-Selling
- Product-as-a-Service-Modelle für Geschäftskunden
- Größere Transparenz beim Rollout von Projekten für Ingenieure und Forschungs- und Entwicklungsteams

Mit Lösungen für vernetzte Produkte können alle Arten von Organisationen ihre Service-Kosten senken und die Kundenzufriedenheit steigern. Intelligente, vernetzte Reifen bieten eine Vielzahl von Mehrwerten für Pkw, Nutzfahrzeuge und Maschinen für die Land-, Forst- und Bauwirtschaft. Die Daten der Reifen ermöglichen datenbasierte Konstruktionen, vernetzte Ertragsmodelle, den Remote-Service, Self-Service für Kunden und den effizienten Einsatz von Außendienstmitarbeitern – all das hat erhebliches Potenzial für die finanzielle Situation Ihres Unternehmens.





# Dimensionen einer Lösung für vernetzte Produkte:



## Intelligente Reifen – Argumente

Betrifft die gesamte Wertschöpfungskette...



## Analysen der Traktorbereifung

Der Nutzen intelligenter Reifen für Landmaschinen

Anwendungsfälle für eine Überwachung	Einflussfaktoren auf den Reifenzustand	Kraftstoffverbrauch-überwachung	Überwachung zusammenhängender Parameter	Reifenlebensdauer & Ertrag	Einflussfaktoren auf den Reifenverschleiß
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reifendrucküberwachung</li> <li>Temperaturüberwachung</li> <li>Geschwindigkeitsüberwachung</li> <li>Überwachung bei Fahrt und Leerlauf</li> <li>Stoßdämpfungsüberwachung</li> <li>Beschleunigungsüberwachung</li> <li>Bremsüberwachung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Überwachung des Fahrerhaltens</li> <li>Fehlerhafte Reifenbelastung</li> <li>Achslastüberwachung</li> <li>Traktionsüberwachung</li> <li>Überwachung der Reifenausrichtung</li> <li>Überwachung der Reifenbelastung</li> <li>Ungleichmäßige Reifenbelastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Falscher Reifendruck für die Beladung</li> <li>Ungleichmäßige Verteilung der Beladung</li> <li>Ungleichmäßiger Reifendruck an Steigungen</li> <li>Reifen mit Defekten</li> <li>Fahren an Steigungen und auf schlechten Straßen</li> <li>Leerlauf bei laufendem Motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reifendruck-/ Temperaturüberwachung</li> <li>Beladungs-/ Reifendrucküberwachung</li> <li>Reifendrehzahl-/ Beladungsüberwachung</li> <li>Reifendrehzahl-/ Reifendrucküberwachung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Niedriger Reifendruck/schwere Beladung</li> <li>Hoher Reifendruck/keine Beladung</li> <li>Bodenverdichtung &amp; Traktion</li> <li>Verschleiß/Laufleistung</li> <li>Frühwarnung bei Fehlfunktionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fahrerverhalten</li> <li>Fehlerhafte Druckverteilung</li> <li>Fehlerhafte Reifenausrichtung</li> <li>Ungleichmäßige Reifenbelastung</li> </ul>

## Profil von PTC

PTC, mit Sitz in Boston, ist ein Unternehmen für industrielle Software mit mehr als 6.000 Mitarbeitern. PTC bietet den Kunden CAD-Lösungen (Computer-Aided Design), das Produktlebenszyklus-Management (PLM), das Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) und Augmented Reality (AR), die für einen digitalen Informationsfluss zwischen Geschäftseinheiten wie Konstruktion, Fertigung und Service sorgen und so einen geschlossenen Kreislauf über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts ermöglichen. Die IoT-Plattform ThingWorx und die Lösungen von PTC helfen Unternehmen beispielsweise dabei, Produkte und Assets im Einsatz oder bei der Fertigung zu vernetzen.

Die Beschleunigung Ihrer digitalen Transformation erfordert mehr als nur die richtige Plattform für das Industrial Internet of Things (IIoT). Sie benötigen außerdem praxisorientierte Technologieanwendungen, die zu Ihrem Unternehmen passen. Die Kunden von PTC nutzen unsere IIoT-Produkte für erprobte Anwendungsfälle. So können sie ihren Erfolg nach einer bewährten Roadmap planen. Die IIoT-Lösungen von PTC für die Bereiche Fertigung und Service helfen bei der Bewältigung einer Vielzahl von Problemen wie beispielsweise der Betriebseffizienz, der Produktivität der Mitarbeiter, der Remotezustandsüberwachung und der Predictive Maintenance.

Industrial IoT für die Fertigung: Die Lösungen von PTC für die Fertigung helfen Organisationen über verschiedene Strategien zur kontinuierlichen Verbesserung bei der Optimierung von Innovationen, Produktivität und Wachstum. Bleiben Sie dem Wettbewerb gewachsen, indem Sie die Betriebskosten um bis zu 12 % senken, die Asset-Effizienz um bis zu 50 % verbessern und das Umsatzwachstum durch die Reduzierung von Zykluszeiten, Chargengrößen und der Time-to-Market maximieren.

Industrial IoT für den Service: Die Service-Abteilungen sehen sich heute mit vielen Herausforderungen konfrontiert, darunter zunehmend schwierige Bedingungen für Service-Level-Agreements, fehlende Mitarbeiter und ein inkonsistenter Erfahrungsgrad der Techniker. Die Produktlösungen von PTC helfen Organisationen bei der Verbesserung der First Time Fix Rate, der Reduzierung von Außeneinsätzen und der Maximierung der Kundenzufriedenheit – die perfekte Mischung, um die Servicekosten zu senken und die Produktivität und Effizienz von Servicetechnikern zu steigern.

## Profil von Bosch

Bosch Software and Digital Solutions (Bosch SDS), ein Unternehmen der Bosch-Gruppe, ist ein globaler Anbieter von Dienstleistungen in den Bereichen Beratung, Engineering, digitale Transformation und IT. Bosch SDS verfolgt die Vision einer starken Kundenorientierung für Unternehmen rund um den Globus und hat sich zum Ziel gesetzt, die "Beschleunigung der digitalen Welt" in Bereichen wie "Building Resilient Enterprise", "Scaling Sustainability" und "Remodeling Business" für seine Kunden voranzutreiben. So sollen die Entwicklungszyklen von Produkten verkürzt, die betriebliche und energetische Effizienz verbessert, bessere Kundenerfahrungen für die Endverbraucher geschaffen und über die Produkte, Lösungen und Dienstleistungen des Unternehmens neue Geschäftsmodelle geschaffen werden.

Bosch SDS agiert in den Regionen Nordamerika, Europa, Großbritannien, Japan, im Nahen Osten und im asiatisch-pazifischen Raum über ein Netzwerk von Vertriebsbüros sowie über Onshore-, Nearshore- und Offshore-Lieferzentren.

# Autoren

## Anthony Moffa

Senior Director, SCP Sales and Strategic Initiatives  
bei PTC Inc  
amoffa@ptc.com

## Kamakshya Prusti

Business Portfolio Head: Connected Products & IoT  
Bosch Software & Digital Solutions  
kamakshya.prusti@in.bosch.com

## Matthew DiCecca

Director: Product Marketing,  
PTC Inc.  
madicecca@ptc.com

## Abhinav Deep Saxena

Portfolio lead – Connected Tires  
Bosch Software & Digital Solutions  
abhinavdeep.saxena@in.bosch.com



© 2023, PTC Inc. (PTC). Alle Rechte vorbehalten. Die Inhalte dieser Seiten werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt und beinhalten keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung oder Angebot seitens PTC. Änderungen der Informationen vorbehalten. PTC, das Logo von PTC und alle Namen und Logos von PTC Produkten sind Marken oder eingetragene Warenzeichen von PTC und/oder seinen Tochtergesellschaften in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern. Alle anderen Produkt- oder Firmennamen sind Eigentum der jeweiligen Besitzer. PTC kann Termine für Produktveröffentlichungen, einschließlich des jeweiligen Funktions- oder Leistungsumfangs, nach eigenem Ermessen ändern.

