

Digitale Modelle bis zur Serie

■ *Mit digitalen Modellen können die Forscher und Entwickler bei Bosch die Funktionen der Produkte bereits in der Designphase optimieren. Viele der gewohnten und zeitraubenden Zwischenschritte und Baumusterphasen können damit entfallen. Entwicklungszeiten werden verkürzt, hochwertige Produkte ermöglicht.*

Innovationen sind bei Bosch Programm: Jede Produktgeneration bringt neue oder verbesserte Funktionen mit sich – darin unterscheidet sich das Antiblockiersystem nicht vom Bohrhammer. Für die Entwickler gilt: Sie müssen die Umsetzung ihrer Ideen dem schnellen und dynamischen Marktgeschehen anpassen. Das gelingt unter anderem durch digitale Computermodelle: Die Produkte werden nicht nur am Computer konstruiert, sondern auch – soweit möglich – bereits am Computer physikalischen

und materialtechnischen Tests unterzogen und virtuell Bedingungen ausgesetzt, unter denen sie später beim Kunden funktionieren sollen. Die Entwickler simulieren mit Computermodellen dabei beispielsweise Temperaturbelastungen, Geräuschentwicklung und Festigkeit.

Die virtuellen Tests helfen, das jeweilige Gesamtsystem zu verstehen. Zeichnen sich Verbesserungsmöglichkeiten ab oder tauchen Probleme auf, können die Entwickler sofort reagieren. Die langwierige Musterphase mit mehreren Baumusterstufen wird durch die digitalen Produktentwicklung verkürzt – mit mehreren Vorteilen: Die Methodik systematisiert und beschleunigt den Produktentstehungsprozess, kostspielige Baumuster entfallen, viele Produkteigenschaften werden schon vorab optimiert eingestellt. Erst in einer späten Phase der Entwicklung entstehen dann Prototypen, sozusagen in Stahl und Eisen, mit denen der letzte Feinschliff und die endgültigen Frei-



Die Kunst der Großserie: Vom digitalen Design über die virtuelle Erprobung machen Bosch-Entwickler die nächste ABS-Generation für die Serienfertigung fit.

gaben erfolgen. Bei der Vielzahl der Kunden (multipliziert mit den gewünschten Produktvarianten) zahlt sich eine möglichst weitgehende digitale Entwicklungsumgebung verstärkt aus, da Änderungen und Kundenwünsche schnell umgesetzt werden können. Laufende Forschungsarbeiten zielen darauf, noch umfassendere Aussagen über Zuverlässigkeit und Verschleiß mittels Simulation zu ermöglichen und diese Methoden in die Entwicklungsprozesse zu integrieren.

Die Entwickler bei Bosch sind über viele Standorte verteilt. Alle wollen die fortschrittlichen Simulationswerkzeuge nutzen. Daher entwickelt die Bosch-Forschung auch Kooperationskonzepte für verteilte Teams: Über Softwareplattformen können Mitarbeiter aus den verschiedensten Teilbereichen des Unternehmens – vom Forscher über den Entwickler bis hin zum Vertriebs- und Serviceingenieur – die Produktentstehung bis zur Serienproduktion steuern.

Editorial

■ *Armin Hoffacker*
Abteilungsleiter Computer-
aided Engineering
Zentralbereich Forschung
und Vorausentwicklung



Neue Produkte, neue Methoden

In Zeiten weltweit verteilter Entwicklungs- und Produktionsnetze, kürzer werdender Innovationszyklen und steigendem Kostendruck stoßen die bisherigen Entwicklungsprozesse schnell an ihre Grenzen. Deshalb erfordert die Entwicklung neuer Produkte im globalen Verbund neue Methoden.

Entsprechend wandeln sich auch die Arbeitsmethoden bei Bosch. Insbesondere Computeranwendungen eröffnen neue Ansätze in der Produktentwicklung und der Prozessorganisation. Die Bosch-Forschung ist Vorreiter: Sie bereitet Forschungsergebnisse auf, entwickelt diese für Bosch-Belange weiter und transferiert die Ergebnisse ins operative Geschäft.

Mit dem Aufkommen von CAD-Werkzeugen in den 80er und 90er Jahren standen z.B. noch Design und Modellierung im Mittelpunkt des Interesses. Mittlerweile sind diese CAD-Methoden weitgehend bei Bosch eingeführt und die Herausforderung besteht darin, die verfügbaren Modelle und Methoden wirtschaftlich und effektiv im Produktentstehungsprozess zu nutzen.

Modellbasierte Entwicklungsmethoden reichen von der Berechnung einfacher Maschinenelemente bis hin zur Simulation ganzer Fahrzeuge. Sie ermöglichen die weltweite Zusammenarbeit von Simultaneous-Engineering-Teams in virtuellen Entwicklungsumgebungen. Best-in-Class-Methoden sind eine Voraussetzung für den zukünftigen Erfolg im Sinne der Werte für die Bosch steht: Innovation und Qualität.

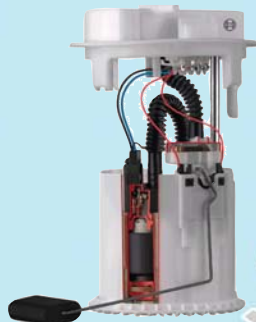
Kooperationen ohne Grenzen

Bosch produziert und entwickelt Kfz-Komponenten in verschiedenen europäischen Ländern. An 3D-Modellen arbeiten Entwickler und Fertigungsingenieure in geografisch verteilten Teams zusammen.

Die Kraftstoffpumpe in der Tankeinbaueinheit des Benzin-tanks ist unscheinbar. Sie gibt aber ein gutes Beispiel, wie Bosch als internationales Unternehmen in verteilten Teams entwickelt und produziert. Das Netzwerk hat zwei Hauptknoten: Vom Entwicklungsstandort Schwieberdingen (1) gehen alle Impulse aus; hier sitzt auch die übergeordnete Projektkoordination. In Budweis (3) fließt alles zusammen; in diesem Werk entsteht aus den Einzelbauteilen die Tankeinbaueinheit.

In den Teilwerken Alcala (2a) und Bühl (2b) sind Entwicklerteams vor Ort, um ihre jeweiligen Komponenten zu optimieren und die Fertigung abzustimmen. Per Datenleitung können sie auf die Design- und Prozessdaten einer Kooperationsplattform zugreifen und Ergebnisse zurückspielen.

Ist der schnelle persönliche Kontakt gefragt, konferieren die Mitarbeiter aus Entwicklung und Fertigung per Telefon oder Videokonferenz. Auf den Computerbildschirm rufen sie ein 3D-Modell



Tankeinbaueinheit mit Kraftstoffpumpe

der aktuellen Konstruktion auf. Sie können dieses nach Belieben drehen, Abmessungen ermitteln, Änderungen diskutieren und dokumentieren. Das 3D-Modell ist eine stark vereinfachte Variante von CAD-Konstruktionen. Es ist für Personen gedacht, die keine CAD-Spezialisten sind. Mit einem so genannten 3D-Viewer

kann auch ein Vertriebsingenieur auf einfache Weise Designdetails dem Kunden präsentieren. Mit dem reduzierten 3D-Modell haben Entwickler, Fertigungs- und Vertriebsingenieure sowie Servicefachleute eine gemeinsame Sprache gefunden.

Auf ihrer Kooperationsplattform können die Entwicklungskordinatoren genau einstellen, welche Daten welchem Team, Zulieferer (S) oder Kunden zugänglich gemacht werden. Gegenüber

bisherigen Verfahren konnten die Entwicklungsteams die Zeiten für die Abstimmung von Änderungen um durchschnittlich ein Drittel senken.

Weitere Fortschritte im Forschungsprojekt zur Unterstützung solcher virtueller Teams: Nachdem Entwicklung und Fertigung die Kooperationsplattform innerhalb der Bosch Gruppe bereits erfolgreich nutzen, werden nun externe Partner in Pilotprojekten eingebunden. Das langfristige Ziel ist die durchgängige Nutzung von 3D-Modellen in der gesamten Wertschöpfungskette bis hin zum Service. Forscher von Bosch leiten deswegen eine Arbeitsgruppe des Verbands der Automobilindustrie (VDA) und des ProSTEP Vereins, um für den firmenübergreifenden Einsatz von 3D-Modellen in der Automobilbranche einen Standard zu etablieren.



Videokonferenz
Anhand von 3D-Modellen wird die Konstruktion überprüft

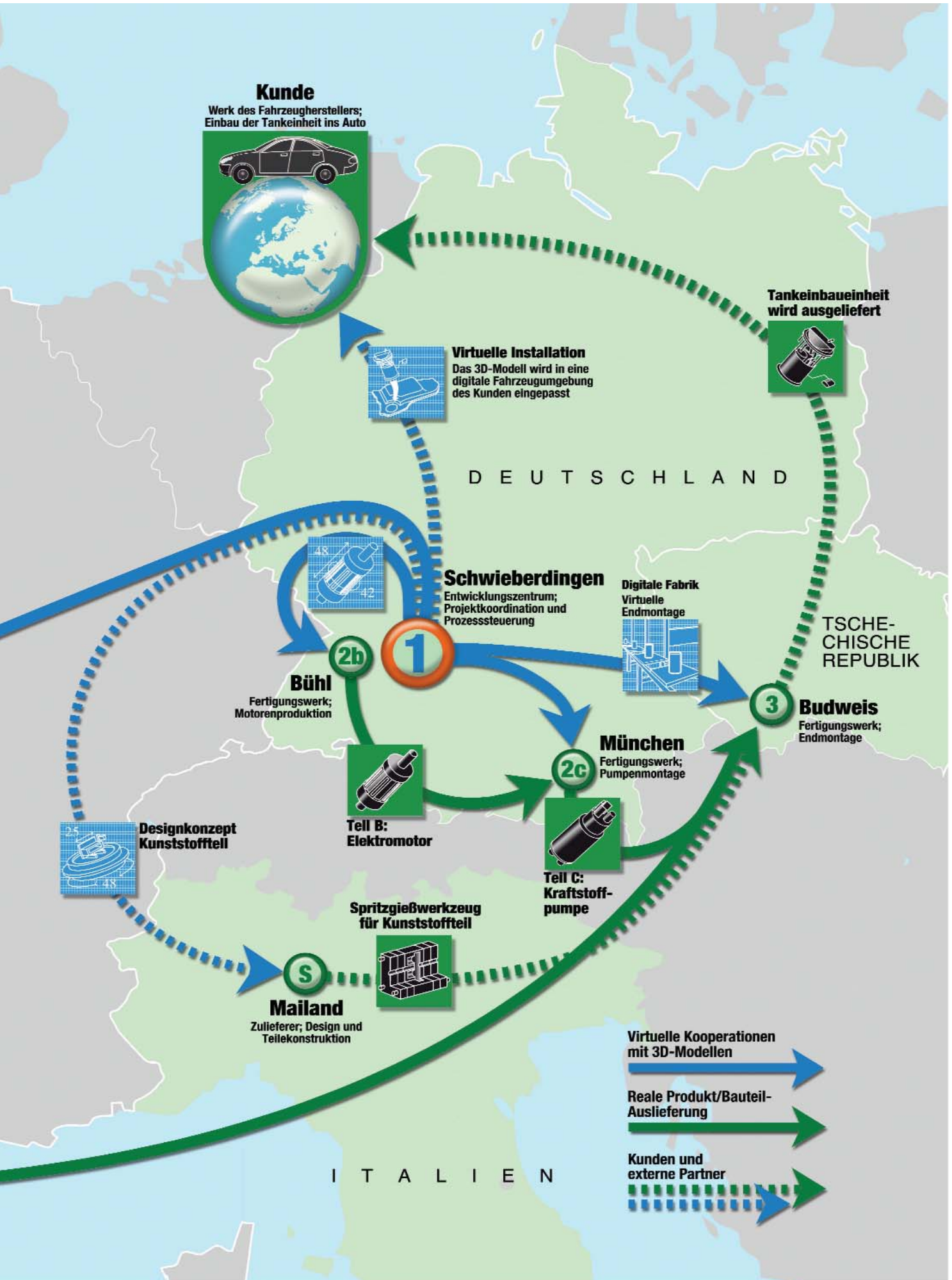
S P A N I E N

2a

Alcala
Fertigungswerk;
Filterproduktion



Teil A: Filter



Bis ins Detail

■ *Die Erprobung und Optimierung von Bauteilen am Computer wird bei Bosch immer stärker zum Standard. Die Forscher schauen auf alle technischen Details, etwa wie stark Materialien belastet werden und wie zuverlässig die Erzeugnisse ihre Funktionen erfüllen.*

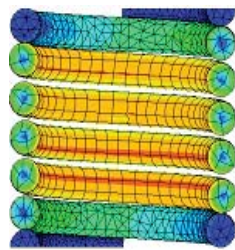
Moderne Autos werden mit jedem Innovationsschritt sicherer, sparsamer und sauberer. Für den Forscher und Ingenieur kommt eines hinzu: Die Produkte werden komplexer. Mit dem Antiblockiersystem (ABS) hielt beispielsweise ein Netzwerk von Sensoren, Hydraulik und Elektronik im Auto Einzug. Das Elektronische Stabilitäts-Programm (ESP®) gründet auf ABS und integriert weitere Funktionen.

Eine weitere Herausforderung für die Forscher ist die Innovationsdynamik: Während das ABS den Markt innerhalb von 20 Jahren zu 40 Prozent durchdrungen hat, gelang dies dem ESP® schon in zehn Jahren. Beides, Komplexität und Innovationstempo, prägen die Entwicklung sämtlicher Produkte von Bosch. Sie lassen sich nur virtuell in den Griff bekommen: Am Computer modellieren und erproben die Forscher Produkt-Design- und -funktion.

Die Rüttelpiste. Eine isolierte Produktentwicklung ist nicht alles: Die Bauteile wie ESP® oder Generator müssen am Einbauort im Auto funktionieren. Mit Testfahrten untersuchten bislang Ingenieure, welche Vibrations- oder Temperaturbedingungen dort herrschen. Doch wie fährt man über ein Kopfsteinpflaster, wenn es das Auto erst am Reißbrett des Kfz-Herstellers gibt? Die Forscher fahren im Computer auf die Rüttelpiste. Innerhalb einer Woche ist ein Generator nach allen Regeln der Rechenkunst durchgeschüttelt. Die Forscher nutzen Standard-Simulationssoftware und ergänzen diese um ausgefeilte Algorithmen zum Test der Produktfunktionen. Anhand von Experimenten überprüfen sie die Modelle auf Stimmigkeit mit der Realität. Wenn sich die Methoden und Modelle in der Forschung bewährt haben, werden sie in die Entwicklung-

lungsabteilungen der Geschäftsbereiche transferiert.

Bis zur kleinsten Feder. Zu den kleinen Details im Common-Rail-Injektor der Dieseldirekteinspritzung zählen Federn. Als Rückstellglieder drücken sie die Injektor-

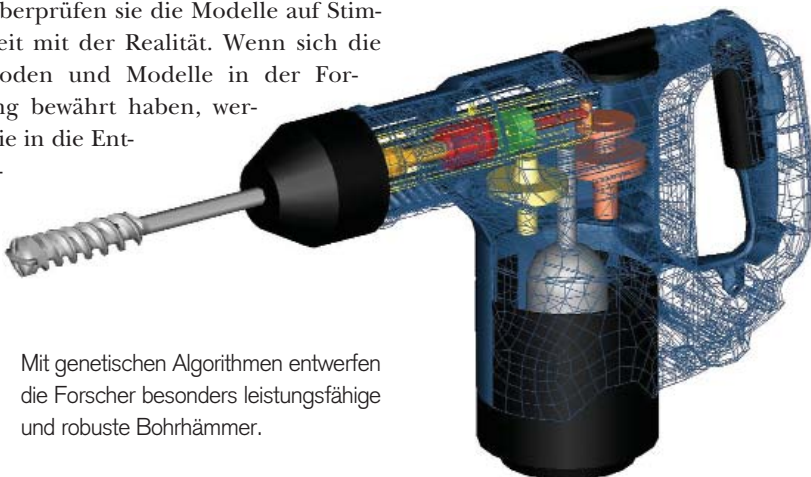


3D-Simulation einer Druckfeder.

nadeln nach jeder Kraftstoffdosierung in die Ausgangsposition zurück. Bosch-Forscher interessieren sich dafür, wie die Federn in ihren Führungen schwingen.

Berühren sie die Wand? Werden sie gedämpft? Das kann sich auf die Güte der Einspritzung und damit auf Verbrennung und Spritverbrauch auswirken. Mit dreidimensionalen Computersimulationen vollziehen die Forscher die Bewegungen der Federn nach. Auch die kleinste Feder soll ein ganzes Fahrzeugleben halten.

Der Baum-Algorithmus. Von der Natur schauen sich Bosch-Ingenieure Optimierungsmethoden ab. Das Wachstum von Bäumen wird besonders an Stellen aktiviert, wo hohe Belastungen und Spannungen auftreten. Im Computer entstehen nach denselben Prinzipien neue Bauteile mit optimierter Geometrie. Um das Schlagwerk eines Bohrhammers zu verbessern, nutzten Bosch-Forscher Prinzipien aus der Evolution. Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Die Abtragsleistung des Bohrhammers konnte dadurch um 25 Prozent gesteigert werden.



Mit genetischen Algorithmen entwerfen die Forscher besonders leistungsfähige und robuste Bohrhammer.

In Kürze

■ Neue Dimension der Kooperation

Im Januar hat die Bosch-Forschung die VDA/ProSTEP-Arbeitsgruppe „Collaborative Product Visualization“ gegründet: Mitarbeiter ohne CAD sollen sich mit einer 3D-Darstellung von Bauteilen firmenübergreifend über das Produkt verständigen. CAD-Konstrukteure können ihren Datenaustausch vereinfachen. Bis zum Jahr 2006 sind Pilotanwendungen geplant, die in eine VDA-Standardisierung münden sollen. Viele große Autohersteller und Zulieferer sind daran beteiligt. Infos bei Ralf.Mendgen@de.bosch.com

Termine

■ 16./17. Juni 2005

Auf der VDI-Tagung „Erprobung & Simulation in der Fahrzeugentwicklung – Mess- und Versuchstechnik“ in Würzburg referierte Rüdiger Benz über die „Dynamische Simulation von Fahrzeugen auf Schlechtwegstrecken zur Ermittlung der Schwingbelastung an karosseriefesten Komponenten“.

■ 20. bis 22. Juni 2005

Auf der 11. internationalen Konferenz „Concurrent Engineering“ an der Universität der Bundeswehr in München hielt Armin Hoffacker ein Referat zum Thema „Collaborative Engineering at Bosch“.

Impressum

■ Herausgeber

Robert Bosch GmbH, Stuttgart

■ Verantwortlich für den Inhalt

Dr. Klaus Dieterich

Leiter des Zentralbereichs

Forschung und Voraussentwicklung

■ Redaktionelle Bearbeitung, Gestaltung

komedia GmbH,

Leinfeld-Echterdingen

■ Inhaltliche Anfragen zu dieser Ausgabe

Robert Bosch GmbH

Armin Hoffacker

CR/ARD

Postfach 30 02 40

70442 Stuttgart

Telefon: 0711 811 80 65

Telefax: 0711 811 39 60

■ Andere Anfragen

VBFV21.Bosch-Research-Info@de.bosch.com