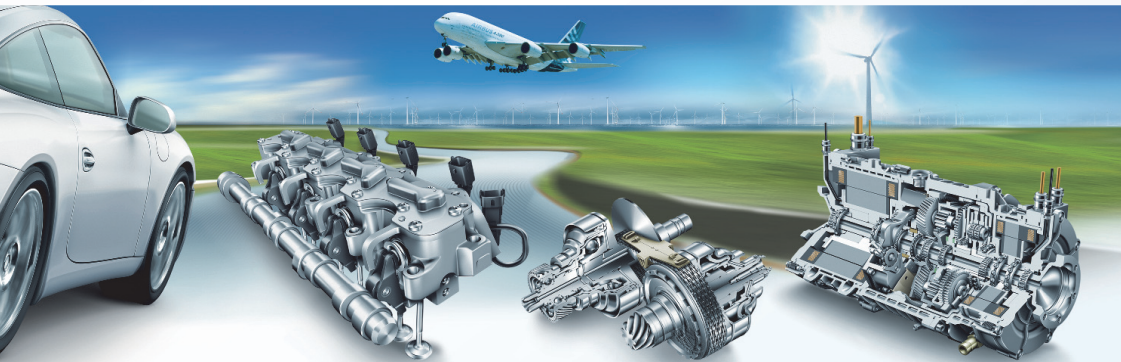


34. Internationales Wiener Motorensymposium

26. April 2013

**Innovation – in Zukunft  
modular und kostenbewusst**  
**Modular and Cost-Conscious  
Innovation for the Future**



**Prof. Dr.-Ing. Peter Gutzmer**

Mitglied des Vorstands der Schaeffler AG

Forschung & Entwicklung

Prof. Dr.-Ing. Peter Gutzmer  
Mitglied des Vorstands der Schaeffler AG  
Forschung & Entwicklung

## **Innovation – in Zukunft modular und kostenbewusst**

### **Kurzfassung**

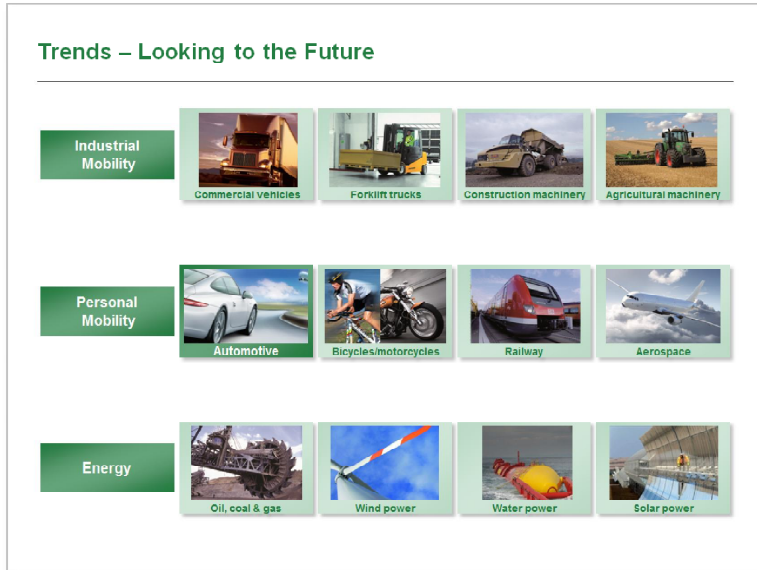
Die Automobilindustrie stand in ihrer mittlerweile über 125-jährigen Geschichte immer wieder vor großen Herausforderungen und neuen Anfängen, so auch heute. Die Fragen, die es zu beantworten gilt, sind unter anderem: Wie werden Produkte effizient entwickelt? Wie werden sie kostengünstig hergestellt? Was sind überhaupt die richtigen Produkte für welche Märkte? Die zunehmende Komplexität der Produkte selbst, aber auch ihrer Entwicklung, erfordert eine neue Art der Zusammenarbeit von Herstellern, Zulieferern und Entwicklungsdienstleistern. Nur so wird es möglich sein, Ideen effektiv, schnell und effizient in Innovationen am Markt umzusetzen.

Zu Beginn dieses Prozesses richtet sich der Blick auf Techniktrends, Märkte, Gesellschaft und Gesetzgebung, um zukünftige Anforderungen und Bedürfnisse zu identifizieren. Die „richtigen“ Innovationen hierfür zu finden und erfolgreich in Serie zu bringen erfordert bereits sehr früh den Übergang in standardisierte Vorgehensweisen. Diese Standardisierung in der Entwicklung bildet gleichzeitig die Grundlage für Qualität in der Produktion.

Ein immer wichtiger werdendes Thema ist die globale Verteilung und Vernetzung des in der Entwicklung entstehenden Wissens. Dabei gilt es auch, unterschiedliche Menschen und Kulturen erfolgreich zusammenzubringen.

Letztendlich münden alle diese Aktivitäten in innovativen und erfolgreichen Produkten.

## Schaeffler als Mobilitätszulieferer



Schaeffler ist innovativer Zulieferer und globaler Entwicklungspartner für alle Facetten der Mobilität. Im Mittelpunkt steht dabei das Automobil, wobei auch weitere Ausprägungen der persönlichen Mobilität bedient werden – vom Zweirad über die Bahn bis hin zum Flugzeug. Eine zweite Kategorie bildet die industrielle Mobilität, die eine große Bedeutung für Wirtschaft und Gesellschaft aufweist. Dazu zählen unter anderem die Bereiche Güterverkehr und Intralogistik, aber insbesondere auch Bau- und Landmaschinen.

In den aktuell intensiven Diskussionen um die Gestaltung der Mobilität der Zukunft und der Bewältigung der mit ihr einhergehenden Herausforderungen, muss die Frage nach der Energieerzeugung als Grundlage gestellt werden. Auch damit beschäftigt sich Schaeffler, sowohl in den Sektoren der konventionellen Energiebranchen als auch mit der Bandbreite erneuerbarer Energiequellen.

Schaeffler ist in all diesen Bereichen mit Produkten und Lösungen präsent, schließlich ist effiziente Mobilität bzw. effizienter Ressourceneinsatz tief in der Unternehmens-DNA verankert.

## Mobilität als Metatrend



Die bevorstehenden Paradigmenwechsel erfordern mehr denn je, sich mit langfristigen Entwicklungen zu befassen. Die wichtigsten Zukunftstrends sind unstrittig:

- Gesellschaftliche Entwicklungen wie Bevölkerungswachstum und Verstädterung
- Weltweit steigendes Umweltbewusstsein
- Technologischer Wandel mit Energiewende und Elektromobilität als aktuelle Beispiele
- Globale Verschiebungen in den Wertschöpfungsketten und steigende Nachfrage nach Rohstoffen

Diese Trends werden vom wachsenden Mobilitätsbedürfnis der Menschen als Metatrend überlagert. Eine Schlüsselrolle nehmen dabei die Megacities ein, in denen die Mobilität der Zukunft vornehmlich entsteht.

## Urbanisierung als Haupttreiber für die Mobilität von morgen

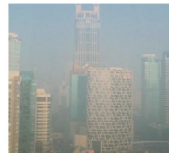
### Trends – Looking to the Future

**Today:** 7.1 bn. people, 50% in metropolitan regions

**2030:** 8.3 bn. people, 60% in metropolitan regions

**A further 1.4 bn. people will be living in metropolitan regions by 2030.**

- ▶ All humans have the need for mobility
- ▶ Urbanization changes the face of mobility
- ▶ Tomorrow's mobility has to be affordable



**These challenges offer new business opportunities for a mobility supplier.**

Bereits heute lebt die Hälfte der weiter wachsenden Weltbevölkerung in städtischen Ballungsgebieten, Tendenz steigend. Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass im Jahr 2030 zusätzliche 1,4 Milliarden Menschen in Städten leben werden. Damit steht die Sicherung der individuellen Mobilität vor großen Herausforderungen, etwa in Form von Verkehrsstaus und zunehmender Umweltbelastung.

Die Menschen werden neue und andere Anforderungen an das Produkt „Mobilität“ stellen, die Vielfalt der Mobilitätskonzepte und Antriebsarten folglich in Zukunft weiter zunehmen. Dies birgt einerseits Risiken für das Geschäftsmodell der heutigen Mobilitätsindustrie, eröffnet aber andererseits neue Chancen, die es zu erkennen

und zu nutzen gilt. Mit diesem Themenkomplex hat sich Schaeffler im Rahmen einer eigenen Studie intensiv auseinandergesetzt.

## "Future Mobility": breite Studie und fokussierte Spotlights

**Trends – Looking to the Future**

---

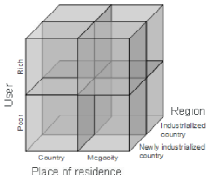
**Trend Study**

- ▶ **12 mobility patterns**  
(8 for passenger and 4 for freight transport)
- ▶ **Based on internal expert workshops**
- ▶ **Supplemented with external sources**

**Spotlights**

- ▶ **7 detailed spotlights**
- ▶ **In-depth scenarios**
- ▶ **Analysis of business impact and action plan for Schaeffler**

**Publication of the study in 2014**



**Passenger transport**

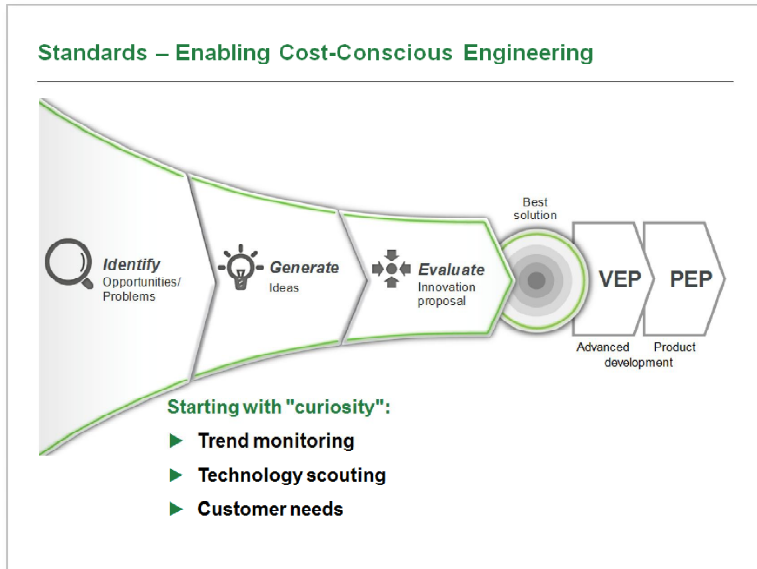
Energy Chain	Energy Efficiency
Long-distance Traffic	Urban Mobility
Basic Mobility	Logistics
"Green" Propulsion	

Zielsetzung der Studie ist ein Zukunftsbild der Mobilität und darauf aufbauend die Ableitung strategischer Entwicklungsrichtungen für die einzelnen Geschäftsbereiche bei Schaeffler. Das Spektrum der Mobilität umfasst ganzheitlich den Personen- und Güterverkehr mit den Perspektiven „Industrie-/Schwellenland“, „Ballungsraum/Land“ sowie „arm/reich“ und mündet in einem Kubusmodell.

Die Grundlage bildet die Aufbereitung erkennbarer Trendtendenzen bei Technologien, gesellschaftlichen Entwicklungen, politischen Rahmenbedingungen sowie auf den Märkten, welche durch Experten-Workshops und Interviews erweitert werden. Verifiziert und ergänzt werden die Ergebnisse durch ein externes Zukunftsforschungsinstitut.

Aus den Ergebnissen werden übergreifende Spotlights identifiziert sowie weiter detailliert, welche anschließend die Grundlage für interne Strategiediskussionen bilden. Die parallel aufbereiteten Studienergebnisse werden 2014 der Öffentlichkeit präsentiert.

## Der Innovationsprozess: Trends und Szenarien als Input

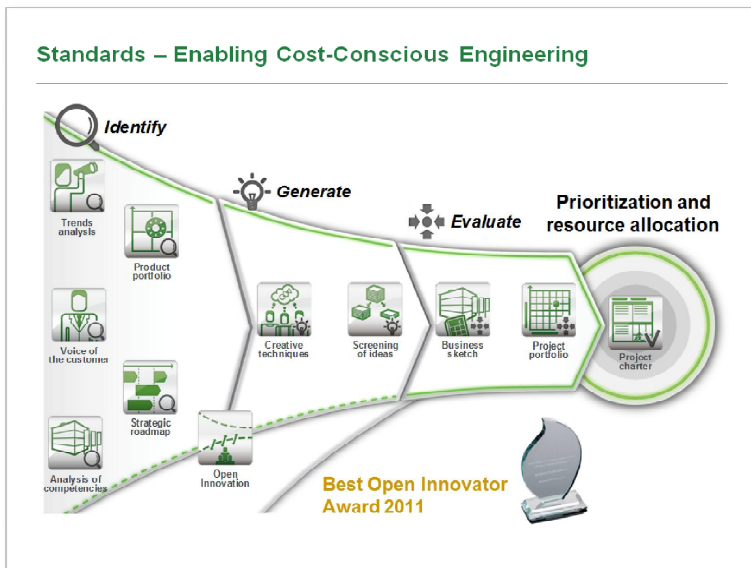


Der Innovationsprozess, der sich in drei Stufen gliedert, startet mit einer Art von „Neugier“ in Form von Trendmonitoring, dem Technologiescouting und der Erkennung zukünftiger Kundenbedürfnisse. Die eigentliche Innovation findet ihren Anfang mit der Ideenfindung in der zweiten Stufe. Abschließend werden die gefundenen Lösungsoptionen zur Identifikation der besten Möglichkeit bewertet, bevor die reale Umsetzung beginnt.

Dem Innovationsprozess schließen sich zwei weitere standardisierte Vorgehensweisen an: der Vorentwicklungsprozess VEP, welcher in den Produktentstehungsprozess PEP mündet, der wiederum mit dem serienreif entwickelten Produkt endet. Der Grundgedanke, zu

standardisieren und einen modularen Aufbau zu wählen, wird im weiteren Verlauf vertieft. Im Vergleich ist der Innovationsprozess durch die schwierigere Planbarkeit und einen spekulativen Anteil gekennzeichnet, welcher durch Informationsbeschaffung und -analyse beherrscht werden kann.

## Der Innovationsprozess: methodischer Ansatz



Erfolgsentscheidend ist die frühe Einbindung aller involvierten Bereiche, was bei Schaeffler über interdisziplinär zusammengesetzte Teams sichergestellt wird. Neutrale Promotoren, welche nur der Innovationsidee verpflichtet sind und keine Bereichsinteressen vertreten, moderieren den Prozess.

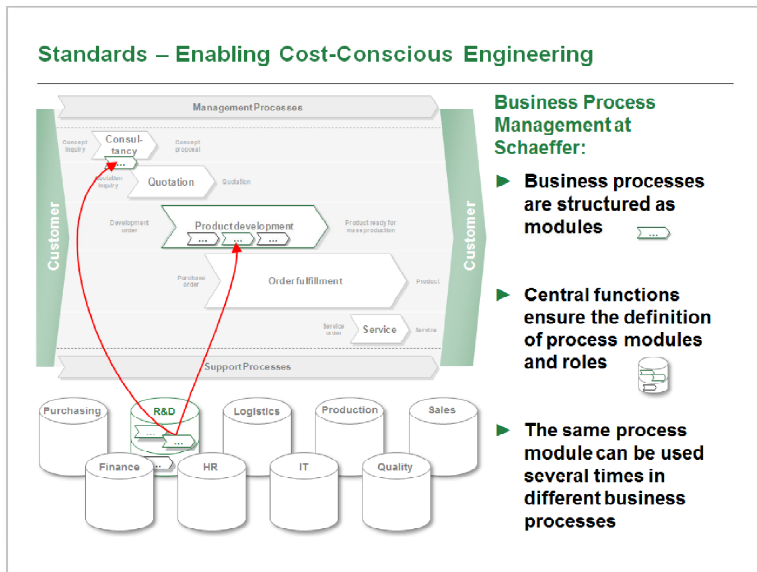
An dessen Beginn steht die Suchfeld- bzw. Problemanalyse, die Markt- und Kundenbedürfnisse identifiziert, welche neue Geschäftspotenziale bieten. In methodisch unterstützten Kreativitätsworkshops werden in einem „Wettbewerb der Konzepte“ technische Lösungen generiert, die im Weiteren zu ganzheitlich bewerteten Ge-



schäftsideen in Form von Business-Sketchen führen. Durch die Einordnung in einem Projektportfolio und die standardisierte Bewertung von Potenzialen bzw. Risiken wird die Auswahl der aussichtsreichsten Geschäftsidee unterstützt, welche nach ggf. erforderlicher Priorisierung mit einem Projektauftrag zur weiteren Bearbeitung freigegeben wird.

Eine immer wichtigere Rolle im Innovationsprozess spielen Open-Innovation-Ansätze, welche bei Schaeffler eine intensive Anwendung erfahren. 2011 wurde Schaeffler dafür mit dem „Best Open Innovator Award“ der Zeppelin Universität Friedrichshafen für das beste Gesamtkonzept ausgezeichnet.

### Prozessarchitektur: Standardisierung als Erfolgsfaktor

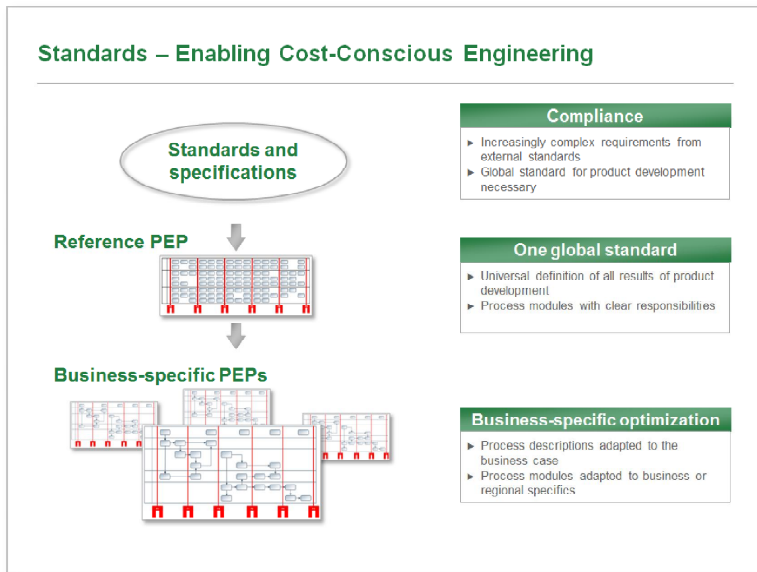


Der nachfolgende Produktentstehungsprozess ist eingebettet in eine Geschäftsprozessarchitektur. Hier liegt der Erfolgsschlüssel für Geschwindigkeit und Qualität in der Standardisierung, welche erst die

zielgerichtete Zusammenarbeit in vernetzten Strukturen mit Zulieferern, Dienstleistern und OEMs ermöglicht.

Die Geschäftsprozesse bei Schaeffler sind deshalb aus Prozessmodulen aufgebaut, welche durch Zentralbereiche definiert werden. Diese Modularisierung erlaubt die Wiederverwendung von Bausteinen und gewährleistet außerdem einen möglichst geringen Aufwand bei Prozessanpassungen, während die eindeutige Verantwortlichkeit die Einhaltung von Firmenstandards und externen Vorgaben sicherstellt.

## Produktentwicklung basierend auf einem weltweiten Standard

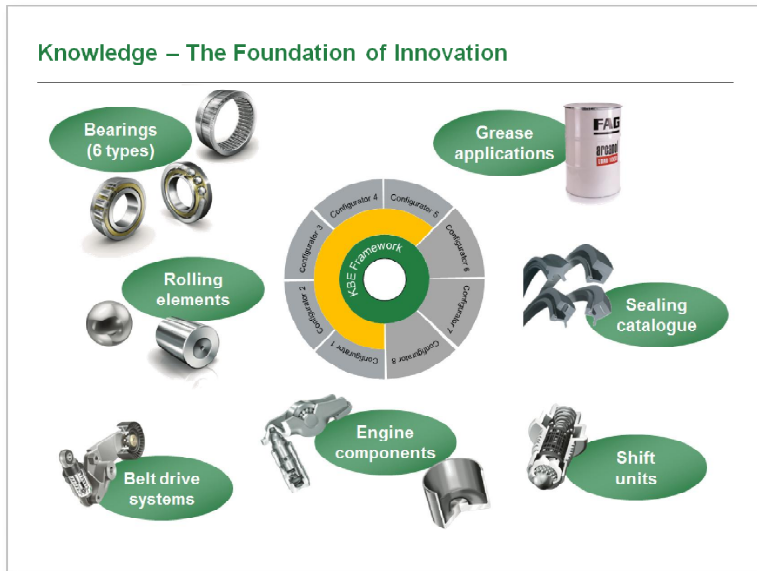


So gibt es in der Produktentwicklung eine stetig steigende Zahl von Normen, Richtlinien und gesetzlichen Vorgaben, die erfüllt werden müssen. Dies kann am effektivsten über globale Standards für die Entwicklung gewährleistet werden. Das Ergebnis ist eine unternehmensweite Referenzstruktur, welche alle notwendigen Module unabhängig vom konkreten Geschäftsbereich beinhaltet.



Bei Schaeffler erfolgt dies unter dem Stichwort Knowledge Based Engineering (KBE). Ziel ist es, sich wiederholende Vorgänge und Tätigkeiten in der Entwicklung zu automatisieren, um dadurch eine durchgängige Qualität sicherzustellen sowie zusätzliche Ressourcen für Innovation frei zu machen. KBE bildet außerdem die Grundlage für Produktkonfiguratoren, die die Variantenzahl reduzieren und eine verstärkte Wiederverwendung von Komponenten erlauben, was eine Kostenreduktion ermöglicht.

### Beispiele für Konfiguratoren bei Schaeffler



Für eine Vielzahl von Standardelemente gibt es heute bei Schaeffler entsprechende Produktkonfiguratoren. Diese umfassen etwa die Auslegung von sechs verschiedenen Wälzlagertypen, aber auch Grundelemente wie Wälzkörper, Dichtungen und Fette. Im Motorenbereich sind hingegen beispielhaft Riementriebe, Motorenelemente und Schalteinheiten anzuführen, welche einfach anwendungsspezifisch konfiguriert werden können.

Im Ergebnis wurde auf Grundlagen des im Entwicklungsnetzwerk generierten Wissens ein IT-gestützter Standardablauf geschaffen. Einen identischen Ansatz, der zu diesen Modulbaukästen führt, nämlich Wissen zu sammeln und zu verteilen, lässt sich auch auf die Bildung von organisatorischen Wissens- bzw. Kompetenzzentren übertragen.

## Kompetenzzentren für Schlüssel-Know-how

### Knowledge – The Foundation of Innovation

#### Advantages

- ▶ Internal consulting from advanced development to SOP
- ▶ Shorter innovation cycles through cooperation with universities, research institutes, OEMs, and suppliers
- ▶ Reduced development time through experience in applications

#### Example: Surface Technology

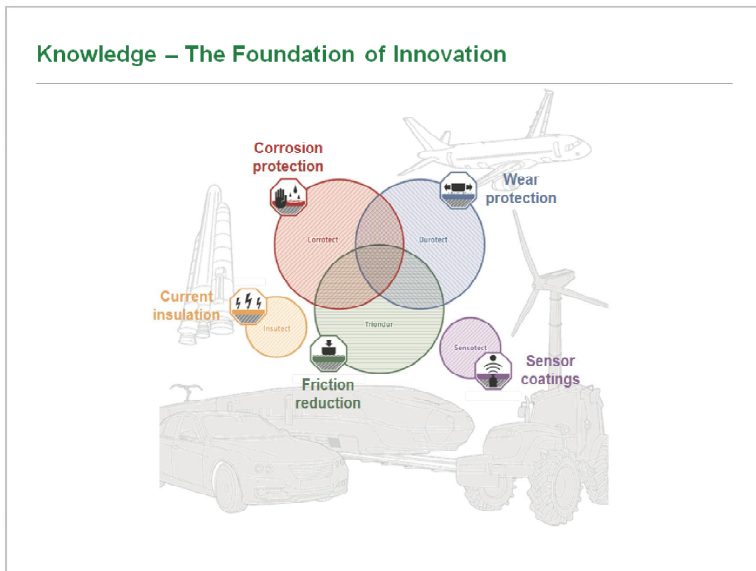
- ▶ Customized tribological system for each application
- ▶ Research on materials in own laboratories and with research institutes
- ▶ Prototype component coating processes also applied in volume production



Bei Schaeffler gibt es solche Kompetenzzentren zu Themen wie Lagerkäfige, Dichtungen, Werkstoffe und Oberflächentechnik. Diese Kompetenzzentren bündeln Schlüssel-Know-how und beraten damit interne Kunden vom Vorentwicklungsprojekt bis zur Serienanwendung. Das dadurch gewonnene breite Anwendungswissen hilft, die Entwicklungszeiten zu reduzieren. Außerdem wird die Expertise in Forschungsvorhaben mit Universitäten und Instituten, aber auch mit Zulieferern und Kunden, eingebracht. Dadurch wird Innovation gefördert.

Ein für den verbrennungsmotorischen Antriebsstrang sehr aktuelles Thema ist die Reibungsreduzierung, welche maßgeblich vom Kompetenzzentrum Oberflächentechnik bedient wird. Hier entstehen maßgeschneiderte Schichtsysteme, die bereits bei Prototypen mit serientauglichen Verfahren aufgebracht werden. Des Weiteren erfolgt Grundlagenentwicklung in eigenen Laboren.

### Beispiele aus Kompetenzzentren: Beschichtungsbaukasten



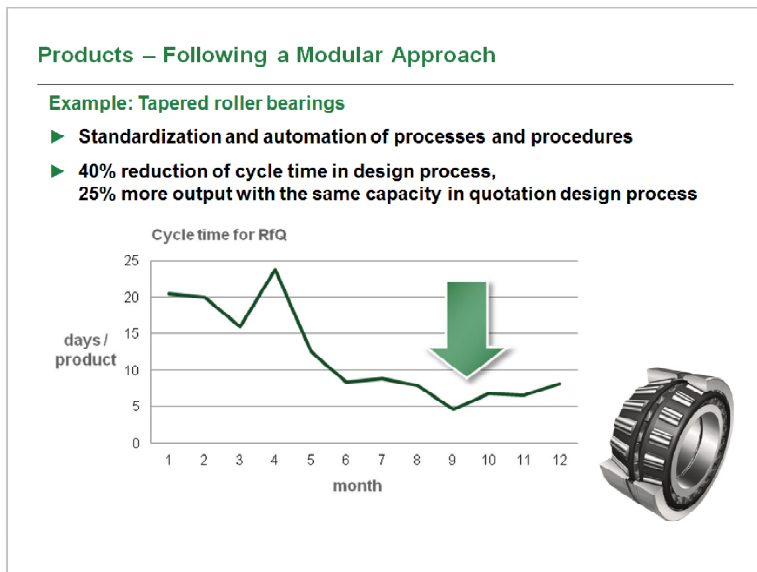
Grundlage für die Auswahl des passenden Schichtsystems ist der Schaeffler-eigene Beschichtungsbaukasten. Quer über die Branchen hinweg, von Windkraftanlagen über Schienenfahrzeuge bis zur Automobiltechnik, gibt dieser Baukasten die Möglichkeit, die individuellen Anforderungen zu erfüllen. Damit wird die Beschichtung zu einem wichtigen Konstruktionselement in der Produktentwicklung.

Der Schwerpunkt liegt heute auf erhöhten Anforderungen an Korrosions- oder Verschleißschutz sowie Reibungsreduzierung – auch multifunktionale Eigenschaften der Schichten sind möglich, wenn

dies die Anwendung erfordert. Ein relativ neues Feld ist die elektrische Isolation, die durch erneuerbare Energien und Elektromobilität an Bedeutung gewinnt.

Eine Funktionserweiterung von Bauteilen stellen sensorische Schichten dar. Mittels strukturierter Schichten im Mikrometer-Bereich wird neben der eigentlichen Funktion der Kraftübertragung die Messung von Drehmoment, Kraft, Dehnung oder Temperatur möglich. Für diese Art von Sensorik wird in Zukunft ein großes Potenzial erwartet, ein darauf basierender Drehmomentsensor befindet sich als Pilotanwendung in Entwicklung.

## Konfiguratoren für Standardprodukte

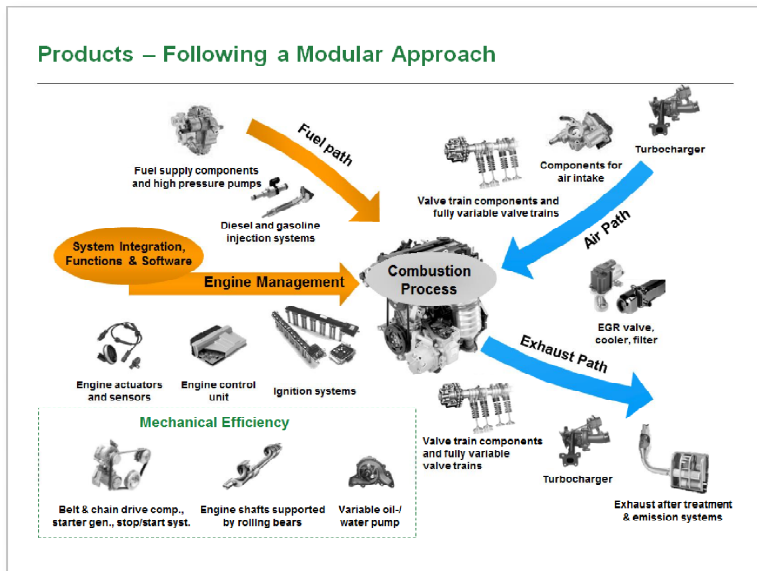


Alle zuvor ausgeführten Maßnahmen und Aktivitäten münden schlussendlich in effizienter entwickelten und besseren Produkten. Der Erfolg durch die Einführung von Produktkonfiguratoren soll beispielhaft am Kegelrollenlager dargestellt werden. Die reine Konstruktionszeit für spezifische Lager, etwa in Getriebe- oder

Fahrwerksanwendungen, konnte nahezu halbiert werden. Bei der Angebotserstellung konnte dadurch gleichzeitig die Arbeitsleistung um ein Viertel erhöht werden.

Das Lager als Komponente bildet eine von vielen Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Effizienz in einer Anwendung – die in Summe vorhandenen Optimierungspotenziale können jedoch erst durch einen ganzheitlichen Ansatz vollständig genutzt werden.

## Systemischer Ansatz

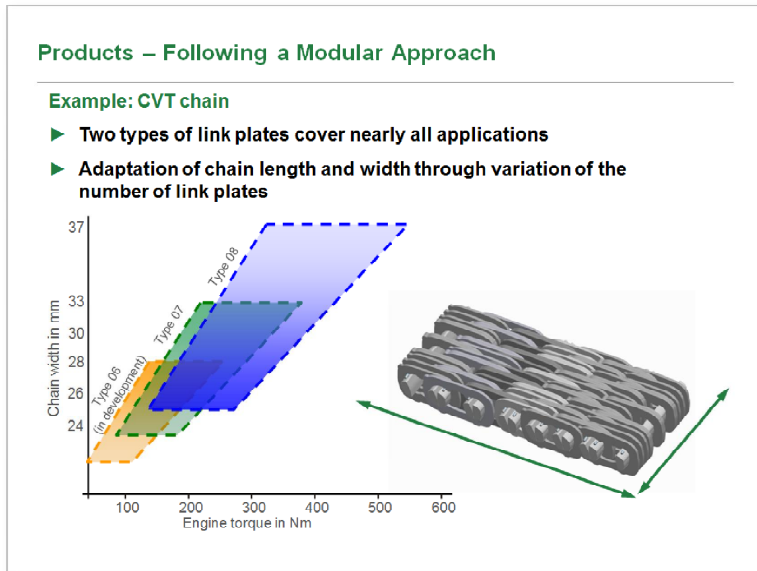


Dabei steht im Vordergrund, das jeweils übergeordnete System, in das die Komponenten oder Module „hinein entwickelt“ werden, bestmöglich zu verstehen und nicht nur lokale Optima zu finden. Für das Beispiel des Dieselmotors gilt es, Luft-, Kraftstoff- und Abgaspfad als Einflussgrößen auf den Verbrennungsprozess zu be- greifen.



Der spezifische Schaeffler-Beitrag basiert in erster Linie auf der Verbesserung der mechanischen Effizienz des Verbrennungsmotors, erstreckt sich aber bis hin zu Antriebsmodulen, wie nachfolgend noch ausgeführt wird. Der Schlüssel zu einer effizienten Entwicklung liegt dabei in modularen Ansätzen.

## Modulare Ansätze auf Komponentenebene



Ein Beispiel für einen Baukasten-Ansatz auf Komponentenebene stellt die Kette für das stufenlose CVT-Getriebe dar. Die Weiterentwicklung dieser Getriebeart ist ein Schlüsselthema – zum einen erfährt es insbesondere in Asien weiter ein deutliches Wachstum, zum anderen trägt die Verwendung in Hybridantriebssträngen zur weltweiten Verbreitung bei.

Bei der Auslegung der Kette ist es heute gelungen, die Glieder so weit zu standardisieren, dass mit nur zwei Typen quasi der gesamte Drehzahl- und Drehmomentmomentbereich abgedeckt werden kann. Die Variation entsprechend der Anwendung erfolgt nur noch




über die Anzahl der Glieder bzw. Kettenlänge und -breite. Die Vorteile dieses Baukasten kommen neben der Entwicklung auch analog in der Produktion zum Tragen.

## Baukastenlösungen auf Modulebene

### Products – Following a Modular Approach

#### Example: E-Axle

- ▶ Modular concept covers different vehicle segments
- ▶ Variable production allows individual delivery scopes

Single speed transmission	Two speed transmission	
	w/o torque vectoring	with torque vectoring
A, B class	C class	C, D, J class
		
<b>Max power:</b> 69kW / 85kW <b>Max input torque:</b> 180Nm / 270Nm <b>Max axle torque:</b> 1,000Nm / 2,500Nm	<b>Max power:</b> 69kW / 85kW <b>Max input torque:</b> 180Nm / 230Nm <b>Max axle torque:</b> 2,100Nm / 2,700Nm	<b>Max power:</b> 69kW <b>Max input torque:</b> 180Nm <b>Max axle torque:</b> 2,100Nm <b>Max. TV torque:</b> 1,200Nm

Als Beispiel für die Umsetzung eines Baukasten-Ansatzes im Vorentwicklungsstadium kann der elektrische Achsantrieb von Schaeffler angeführt werden, der sich aktuell im Übergang zur Serienentwicklung befindet. Ideal geeignet für Plug-in-Hybride baut diese integrierte Lösung auf dem kompakten Leichtbaudifferenzial auf, welches in Kombination mit einer elektrischen Maschine und einer überlagerte Getriebestufe Verwendung findet.

Der modulare Aufbau ermöglicht es, über die Variation der Gangzahl unterschiedliche Fahrzeugsegmente abzudecken und bietet außerdem die Möglichkeit einer optionalen Torque-Vectoring-Funktion, die insbesondere für fahrdynamisch sportlich ausgelegte Fahrzeuge interessant ist – und so die Elektrifizierung mit Emotion

aufflädt. Auch hier schlägt sich die modulare Struktur in der Produktion nieder, die unterschiedliche Lieferumfänge und Beistellteile ermöglicht.

## **Zusammenfassung**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Mobilitätsbedürfnis der Menschen rund um den Globus einen Metatrend darstellt. Die Anforderungen an die Mobilität der Zukunft werden komplexer und dabei stark durch die Erfordernisse in den wachsenden Megacitys getrieben. Es ist notwendig, diese Entwicklungen genau zu beobachten und daraus zukünftige Mobilitätslösungen und Produkte abzuleiten. Es gilt, Ideen in die Tat umzusetzen.

Die Umsetzung von Ideen in Innovationen muss zukünftig immer schneller und zielgerichteter erfolgen. Notwendig ist bereits zu Beginn ein strukturierter Innovationsprozess, der Lösungsoptionen generiert, aber auch bewertet und selektiert. Voraussetzung für die anschließende Umsetzung in Serie sind standardisierte sowie modulare und damit skalierbare Prozesse, die auch die immer wichtiger werdende, vernetzte Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette erlauben.

Eine weitere Herausforderung ist es, das Wissen, welches bei der Entwicklungsarbeit in globalen F&E-Strukturen entsteht, an den richtigen Stellen zur Verfügung zu stellen. Eine Ausprägung davon sind IT-basierte Produktkonfiguratoren für Standardkomponenten, die wiederholende Vorgänge in der Entwicklung bei hohem Qualitätsniveau automatisieren. Darüber hinaus ist es notwendig, Schlüssel-Know-how auch in organisatorischen Einheiten zu bündeln. Diese Kompetenzzentren sind von der Vorentwicklung bis zur Industrialisierung aktiv und vereinen breites Anwendungswissen mit neuesten Erkenntnissen aus Forschungsprojekten unter einem Dach.

Schlussendlich mündet die Kombination von Standards und Kompetenzen auch in intelligent aufgebauten Produktlösungen. Der Schlüssel liegt hier in Baukasten-Ansätzen, sowohl auf Komponenten- als auch auf Modulebene, die große Vorteile in Entwicklung aber auch Produktion mit sich bringen.

## PDF Download

### **Anleitung:**

Dieses Handout steht auf folgender Website als Download zur Verfügung:

[www.schaeffler.com](http://www.schaeffler.com) → Mediathek → Publikationen



Prof. Dr.-Ing. Peter Gutzmer  
Member of the Executive Board of the Schaeffler Group  
Research & Development

## **Modular and Cost-Conscious Innovation for the Future**

### **Abstract**

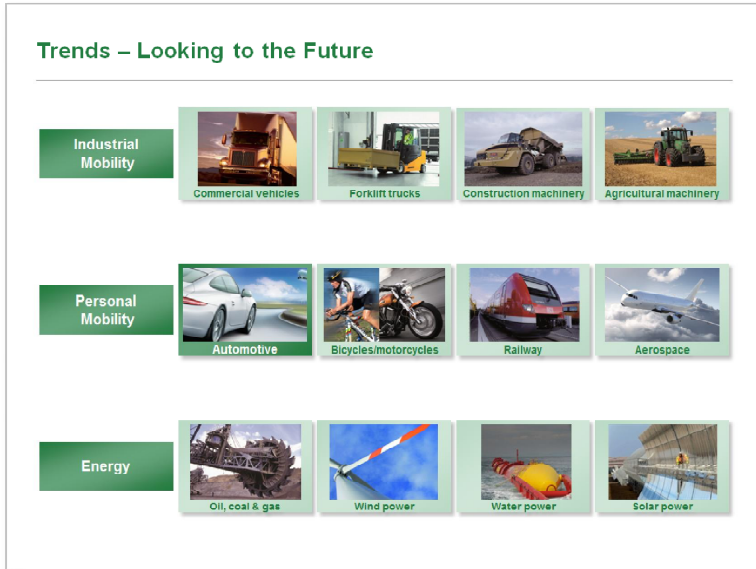
In its 125-year history, the automobile industry has repeatedly faced major challenges and new beginnings – and it continues to do so today. There are many questions that have to be answered, such as how products can be developed efficiently, how they can be manufactured in a cost-effective way, and what products are right for each market. The increasing complexity of the products and of their development requires a new kind of collaboration between manufacturers, suppliers, and engineering service providers. Only in this way will it be possible to turn ideas quickly, effectively, and efficiently into innovations on the market.

This process begins with the identification of future demands and requirements based on technological trends, markets, social developments, and legislation. Finding the “right” innovations for these requirements and successfully putting them into volume production means that standardized procedures have to be adopted at a very early stage. At the same time, this standardization in development also provides a basis for quality in production.

The global distribution and networking of the knowledge that is generated in the development process is a topic that is becoming more and more significant. It is also necessary to bring together different people and different cultures successfully.

Ultimately, all of these activities go into creating innovations and successful products.

## Schaeffler as a Mobility Supplier



Schaeffler is an innovative supplier and global development partner for all aspects of mobility. Although the main focus is on automobiles, other forms of personal mobility – from bicycles and rail vehicles through to airplanes – are also included.

Industrial mobility, which is of major social and economic significance, represents a second category that includes commercial vehicles, intralogistics and, most importantly, construction and agricultural machinery.

The question of power generation must be posed as a basis for the current, intensive discussions that are taking place regarding the form that mobility will take in the future and the challenges this brings with it. Schaeffler is also involved here – both in conventional energy sectors and across the whole range of renewable energy sources.

Schaeffler is present in all of these sectors with its products and solutions. After all, efficient mobility and efficient use of resources is deeply rooted in the company's genes.

## Mobility as a Metatrend



The paradigm shifts that we are facing makes it more important than ever for us to deal with long-term developments. The most important future trends are unquestionable:

- Social developments such as population growth and urbanization
- Increasing worldwide environmental awareness
- Technological change, currently exemplified by the German “energy revolution” and electric mobility
- Global shifts in value-added chains and the increasing demand for raw materials



These trends are all subordinate to a metatrend: People's growing need for mobility. Megacities – where future mobility's development is largely taking place – play a key role in this context.

## Urbanization as a Main Driver for Tomorrow's Mobility

### Trends – Looking to the Future

**Today:** 7.1 bn. people, 50% in metropolitan regions

**2030:** 8.3 bn. people, 60% in metropolitan regions

**A further 1.4 bn. people will be living in metropolitan regions by 2030.**

- ▶ All humans have the need for mobility
- ▶ Urbanization changes the face of mobility
- ▶ Tomorrow's mobility has to be affordable



**These challenges offer new business opportunities for a mobility supplier.**

Even today, half of the world's ever-growing population lives in densely-populated urban areas, and this figure is set to rise. Current forecasts predict that, in the year 2030, a further 1.4 billion people will live in cities. This means major challenges – such as traffic jams and an increasing impact on the environment – when it comes to ensuring individual mobility.

People will make new and different demands of mobility as a “product”, and as a result, the variety of mobility concepts and types of propulsion systems will become even wider in the future. This, on the one hand, poses risks for the business model of today's mobility industry. On the other hand, however, it creates new opportunities that have to be recognized and used. Schaeffler analyzed these in-

terwoven issues intensively as part of a study carried out by the company itself.

## "Future Mobility": Extensive Study and Focused Spotlights

**Trends – Looking to the Future**

---


**Trend Study**

- ▶ **12 mobility patterns**  
(8 for passenger and 4 for freight transport)
- ▶ **Based on internal expert workshops**
- ▶ **Supplemented with external sources**

**Spotlights**

- ▶ **7 detailed spotlights**
- ▶ **In-depth scenarios**
- ▶ **Analysis of business impact and action plan for Schaeffler**

**Publication of the study in 2014**



**Passenger transport**

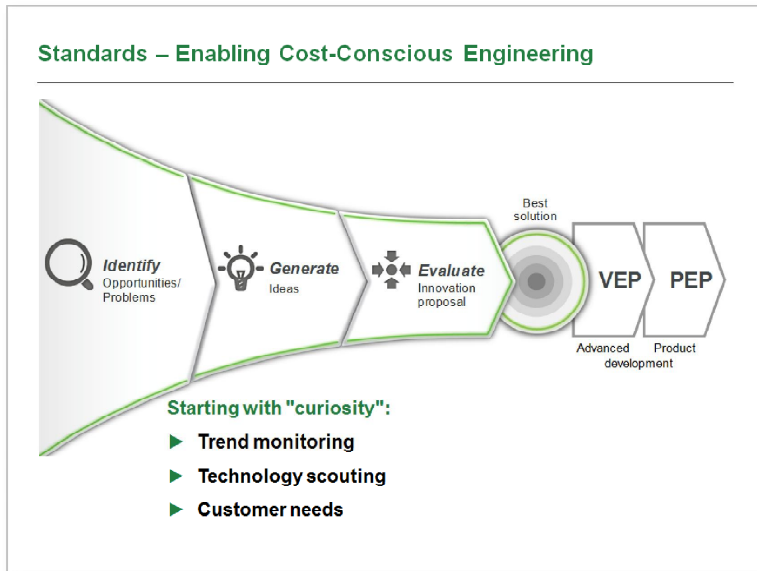
Energy Chain	Energy Efficiency
Long-distance Traffic	Urban Mobility
Basic Mobility	Logistics
"Green" Propulsion	

The objective of the study is to project how mobility will look in the future and, based on this, to derive strategic development paths for Schaeffler's individual business units. The holistic mobility spectrum, which forms a cubic model, includes personal mobility and freight traffic viewed from the perspectives of "Industrialized country/Newly industrialized country", "Megacity/Country", and "Rich/Poor".

This is based on the analysis of recognizable trends in technologies, social developments, political boundary conditions, and on the markets, which are expanded through expert workshops and interviews. The results are verified and supplemented by an external future research institute.

Comprehensive spotlights are identified and defined in greater detail from the results, and these then form the basis for internal strategy discussions. The results of the study will be presented publicly in 2014.

## Innovation Process: Trends and Scenarios as Input

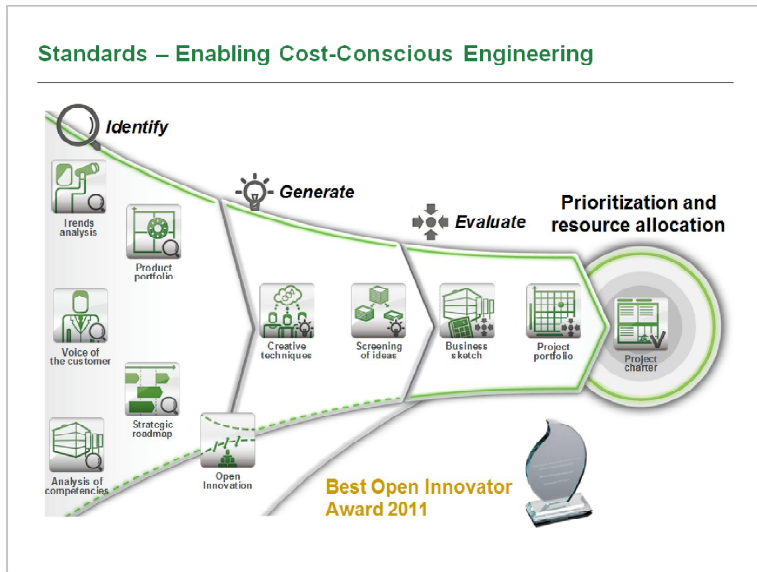


The innovation process is divided into three stages and begins with a type of "curiosity" in the form of trend monitoring, technology scouting, and the identification of future customer requirements. The actual innovation begins with the generation of ideas in the second stage. The possible solutions that have been found are then evaluated in the subsequent stage in order to identify the best option before the actual implementation begins.

The innovation process is accompanied by two further standardized procedures: The advance development process (VEP), which leads into the product development process (PEP), which in turn ends when the product has been developed to readiness for volume pro-

duction. The basic idea of standardizing and selecting a modular design will be expanded upon here in due course. In comparison, the innovation process is characterized by difficulty in planning and a certain degree of speculation, which can be overcome through the gathering and analysis of information.

## Innovation Process: Methodical Approach



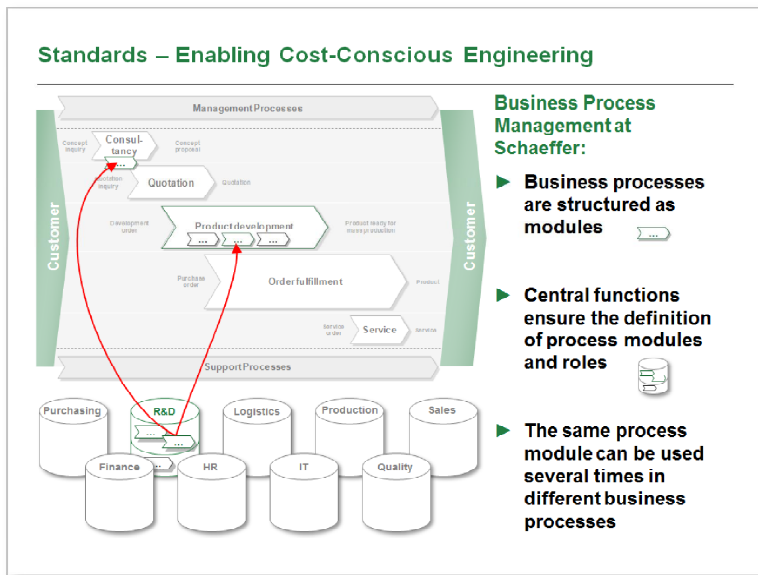
The early integration of all departments involved, which Schaeffler ensures by means of interdisciplinary teams, is a decisive factor for success. The process is moderated by neutral promoters who are committed only to the innovation and do not represent the interests of any department.

This process begins with the search field/problem analysis, which identifies market and customer requirements that offer new business potential. Technical solutions are generated in a “concept competition” during methodically supported creativity workshops; these solutions subsequently lead to fully evaluated ideas in the form of busi-

ness sketches. The selection of the most promising business idea is facilitated by classification in a project portfolio and the standardized evaluation of potential and risks; following prioritization (if required), the selected idea is then approved for further processing with a project order.

“Open innovation”, an approach that sees widespread use at Schaeffler, plays an increasingly important role in the innovation process. In 2011, Schaeffler received the "Best Open Innovator Award" for the best overall concept from Zeppelin University in Friedrichshafen.

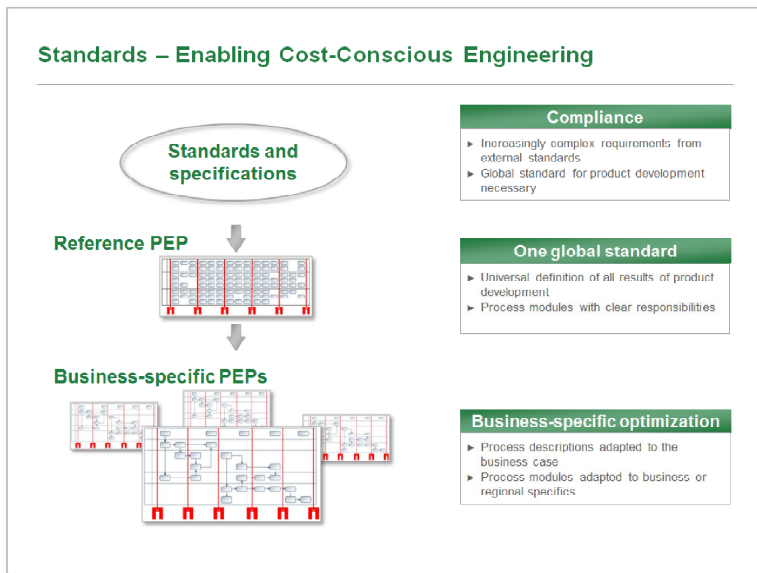
### Process Architecture: Standardization as a Key Success Factor



The following product development process is embedded in a business process architecture. Standardization, which is needed in order for targeted collaboration with suppliers, service providers, and OEMs in interconnected structures to be possible, is the key to success in terms of speed and quality.

Business processes at Schaeffler are therefore made up of process modules that are defined by the company's corporate units. This approach allows modules to be reused and also ensures that the outlay for process adjustments is as low as possible, while clearly defined responsibilities ensure that company standards and external specifications are adhered to.

## Product Development According to One Global Standard



The number of standards, guidelines, and legal stipulations that have to be observed in product development is increasing all the time. This can most effectively be ensured using global standards for development. The result is a company-wide reference structure that includes all required modules, independent of the specific business unit.

The modular structure means that it is possible, within boundary conditions that have to be observed (such as defined documentation and approval structures), to derive process variants that are typical

for the business sector in question, with region-specific features if necessary. The valid specifications are thus fulfilled, from machine tool manufacture and the automotive sector through to the aerospace industry.

## Knowledge-Based Engineering (KBE)

### Knowledge – The Foundation of Innovation

KBE framework as basis for the development of configurators.

#### Targets

- ▶ **Reduced variants and increased reusability**
- ▶ **Automation of recurring procedures and activities**

#### Advantages

- ▶ **Additional resources for innovation through increased efficiency**
- ▶ **Quality ensured through compliance with guidelines**
- ▶ **Cost reduction due to easier configuration**

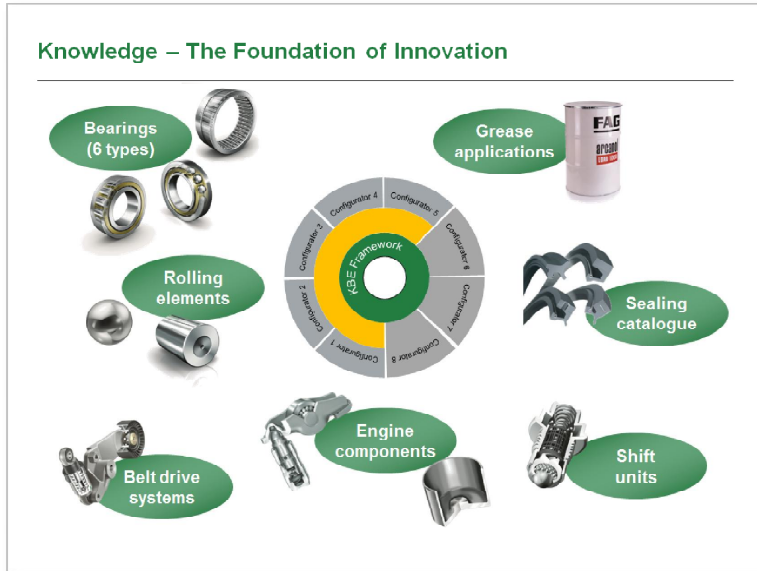


Our business processes serve as the basis for collaboration, which increasingly takes place globally in development. Schaeffler currently has around 40 R&D locations, 16 of which are development centers. The systematic compilation and distribution of the knowledge gained worldwide is a decisive factor for the company's success. IT support also plays a significant role here.

The keywords at Schaeffler are knowledge-based engineering (KBE). The objective is to automate repeated processes and activities in development in order to ensure consistent quality and release additional resources for innovation. KBE also serves as the basis for product configurators, which reduce the number of variants and al-

low increased reutilization of components, which in turn enables costs to be reduced.

## Examples of Configurators at Schaeffler



Schaeffler has corresponding product configurators for a large number of standard elements. These do not only include the design of six different rolling bearing types, but also basic elements such as rolling elements, seals and greases. The list of examples for engine and transmission includes belt drives, engine components and shift units, which can be simply configured for specific applications.

This has resulted in the creation of an IT-supported standard process based on the knowledge generated in the development network. An identical approach, which leads to the creation of such modular systems, namely compiling and distributing knowledge, can also be transferred to the formation of organizational centers of knowledge or rather competence.



## Centers of Competence for Key Expertise

### Knowledge – The Foundation of Innovation

#### Advantages

- ▶ Internal consulting from advanced development to SOP
- ▶ Shorter innovation cycles through cooperation with universities, research institutes, OEMs, and suppliers
- ▶ Reduced development time through experience in applications

#### Example: Surface Technology

- ▶ Customized tribological system for each application
- ▶ Research on materials in own laboratories and with research institutes
- ▶ Prototype component coating processes also applied in volume production

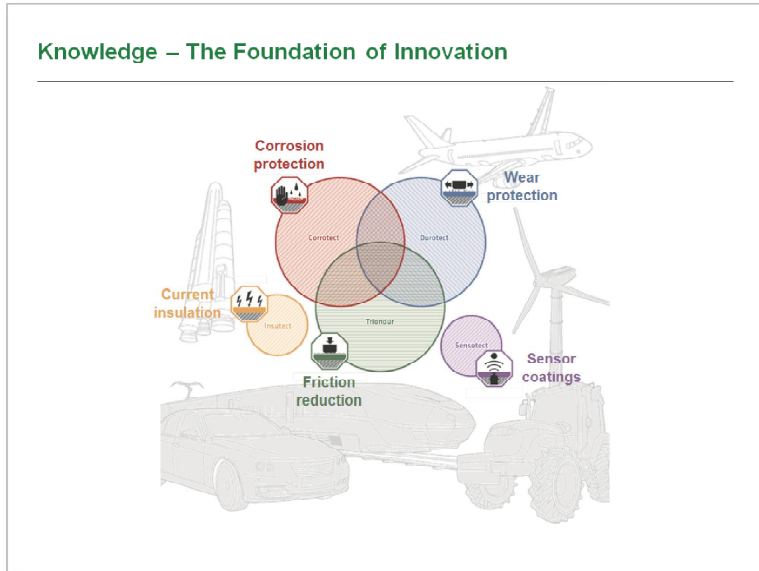


There are centers of competence at Schaeffler for bearing cages, seals, materials and surface technology. These centers of competence bundle key expertise and provide advice for internal customers starting from the advanced development project phase right up to the volume production application. The wide range of application knowledge gained helps to reduce development times. Expertise is also used in research projects with universities and institutes, as well as with suppliers and customers. This promotes innovation.

A very current topic for drive trains based on internal combustion engines is friction reduction, which is mainly dealt with by the Competence Center Surface Technology. The center develops customized coating systems, which are applied to prototypes using processes that are suitable for volume production.

Basic development is also carried out in own laboratories.

## Example of CoC Solutions: Coating Tool Box



Schaeffler's own modular coating tool box serves as the basis for selecting suitable coatings. This modular system makes it possible to meet individual requirements across all business sectors ranging from wind turbines and rail vehicles to automotive engineering. The coating is therefore one of the most important design elements in product development.

The current focus is on increased requirements for corrosion or wear protection as well as friction reduction – multifunctional coating characteristics are also possible if required by the application. A relatively new field is electrical insulation, which is becoming increasingly important due to renewable energies and electric mobility.

Sensor coatings expand the functions of components. In addition to the actual function of transmitting power, the measurement of torque, force, elongation or temperature is made possible by means of structured coatings with a thickness in the micron range. This type of sensor technology is expected to have a great potential in the fu-

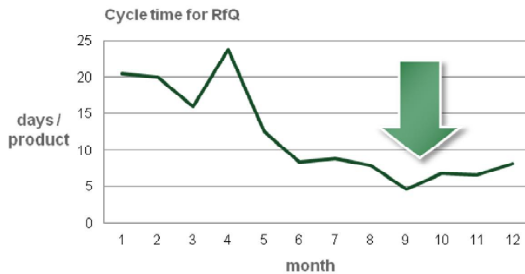
ture. A torque sensor based on this technology is already being developed in a pilot application.

## Configurators for Standard Products

### Products – Following a Modular Approach

#### Example: Tapered roller bearings

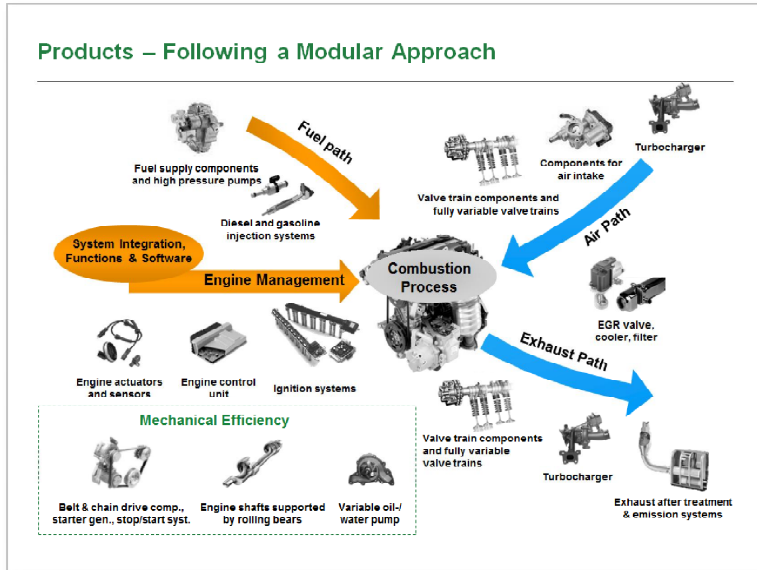
- ▶ Standardization and automation of processes and procedures
- ▶ 40% reduction of cycle time in design process,  
25% more output with the same capacity in quotation design process



All the measures and activities listed above ultimately lead to more efficiently developed and improved products. The success achieved by introducing product configurators is shown using tapered roller bearings as an example. It has been possible to almost halve the pure design time for specific bearings, for example, in transmission or chassis applications. The output of the quotation design process was increased by around one quarter.

The bearing as a component is just one of many individual factors for increasing the efficiency in an application – however, the total optimization potential can only be fully used by taking a holistic approach.

## Systems Engineering Perspective



The focus is on the best possible understanding of the relevant higher-level system, “in which” components or modules are developed, and not just finding local optimizations. For the example of the internal combustion engine, it is important to understand the air, fuel and exhaust paths as factors that influence the combustion process. Schaeffler's specific contribution is primarily based on increasing the mechanical efficiency of the internal combustion engine, but also covers drive modules as described below. Modular approaches are the key to efficient development.

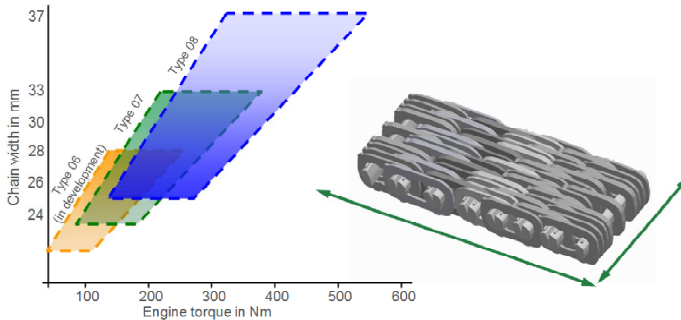
### Modular Approaches at Component Level

An example for a modular system approach at component level is the chain for the continuously variable transmission (CVT). Further development of this transmission type is a key issue. The CVT is continuing to experience significant growth particularly in Asia, and its use in hybrid drive trains is contributing to its popularity.

## Products – Following a Modular Approach

### Example: CVT chain

- ▶ Two types of link plates cover nearly all applications
- ▶ Adaptation of chain length and width through variation of the number of link plates



The chain design has now been standardized to such an extent that the entire speed and torque range can be covered with only two types of chains. The design is matched to the application by simply varying the number of links or the length and width of the chain. The advantages of this modular system are beneficial both in development and in production.

## Platform Configuration at Module Level

An example for the implementation of a modular system approach in the advanced development stage is Schaeffler's electric axle drive, which is currently in transition to series development. Ideally suited for plug-in hybrids, this integrated solution is based on the compact lightweight differential, which is used in combination with an electric motor and a superimposed transmission stage.




The modular design allows different vehicle segments to be covered by varying the number of gears. It also enables an optional torque vectoring function, which is particularly attractive for vehicles de-

signed with sporty driving dynamics – and therefore charges electrification with emotion. The modular structure is also reflected in production, which enables different scopes of delivery and supply parts.

## Products – Following a Modular Approach

### Example: E-Axle

- ▶ **Modular concept covers different vehicle segments**
- ▶ **Variable production allows individual delivery scopes**

Single speed transmission	Two speed transmission	
	w/o torque vectoring	with torque vectoring
A, B class	C class	C, D, J class
 <p><b>Max. power:</b> 65kW / 85kW</p> <p><b>Max input torque:</b> 180Nm / 270Nm</p> <p><b>Max. axle torque:</b> 1,600Nm / 2,500Nm</p>	 <p><b>Max. power:</b> 65kW / 85kW</p> <p><b>Max input torque:</b> 180Nm / 230Nm</p> <p><b>Max. axle torque:</b> 2,100Nm / 2,700Nm</p>	 <p><b>Max. power:</b> 65kW</p> <p><b>Max input torque:</b> 180Nm</p> <p><b>Max. axle torque:</b> 2,100Nm</p> <p><b>Max. TV torque:</b> 1.200Nm</p>

## Summary

In conclusion, it is possible to say that people's need for mobility around the globe is a metatrend. The requirements for future mobility are becoming increasingly complex and are strongly driven by the requirements in the growing megacities. It is essential to monitor these developments precisely and to derive future mobility solutions and products from them. This means putting ideas into practice.

The process of turning ideas into innovations must be carried out with increasing speed and in a more targeted manner in future. A structured innovation process that generates and also assesses and selects possible solutions is required at the start. A prerequisite for

subsequent implementation in volume production are standardized, modular and scalable processes, which allow the increasingly important, networked collaboration within the value added chain.

An additional challenge is to make the knowledge, which is created during development work in global R&D structures, available to the right places. One such development are IT-based product configurators for standard components, which automate the repeated processes in development with a high level of quality. It is also essential to bundle key expertise in organizational units. The centers of competence are actively involved from the advanced development phase until industrialization and consolidate a wide range of application knowledge with the latest findings from research projects.

Ultimately, the combination of standards and expertise also leads to intelligently designed product solutions. The key lies in modular system approaches, both at component and module level, which have major advantages in development and also in production.

## PDF Download

### **Instructions:**

This handout is available for download from the following website:

[www.schaeffler.com](http://www.schaeffler.com) → Media Library → Publications

**Impressum:**

Schaeffler AG  
Industriestraße 1-3  
91074 Herzogenaurach  
Deutschland

Unternehmenskommunikation  
Herr Marcus Brans  
Tel. +49 9132 82-3135  
[presse@schaeffler.com](mailto:presse@schaeffler.com)

