



INTEGRATED MO BIL ITY TECHNOLOGIES

BY PUSHING LIMITS

_TEAM

MIT WELCHER HALTUNG WIR
DIE ZUKUNFT MITGESTALTEN

_TECHNOLOGIE

WIE WIR AUS MOBILITÄTSVISIONEN
WIRKLICHKEIT MACHEN



» Wir leisten einen wichtigen Beitrag, die Vision einer nachhaltigen Mobilität ein Stückchen weiter wahr werden zu lassen.«

MOBILITÄTSMAGAZIN WIRKLICHKEIT WERDEN LASSEN

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die Herausforderungen für die Automobilbranche sind groß. Mehr denn je braucht sie neue Ideen, Innovationen, eine perfekte Qualität in allen Komponenten, Fahrzeugen und Mobilitätsformaten. Um diese enormen Herausforderungen zu meistern, brauchen die Hersteller einen Partner, der an ihrer Seite steht und sie bestmöglich unterstützt.

PSW ist so ein Partner. Wir haben uns in den vergangenen Jahren massiv weiterentwickelt und blicken auf eine Erfolgsgeschichte zurück, auf die wir wirklich stolz sein können. Unsere Unternehmensstrategie PSW2025 hat uns dabei erfolgreich den Weg gewiesen und wird uns auch weiterhin als Leitstern dienen. **Doch was macht das Wesen und die Persönlichkeit eines Unternehmens aus? Es ist die Marke und die Menschen, die dahinter stehen und sie formen.** Deswegen haben wir gemeinsam mit PSWlern dieses Jahr zur Ergänzung von PSW2025 eine Markenstrategie entwickelt. Damit haben wir der „Marke PSW“ ein unverwechselbares Profil gegeben, womit wir uns im Markt positionieren werden. Unsere Markenversprechen ist, dass wir die Mobilitätsvisionen unserer Kunden Wirklichkeit werden lassen, indem wir neue Maßstäbe für integrierte Mobilitätstechnologien setzen. Und dieses Magazin macht das Versprechen greifbar.

Darin lesen Sie zum Beispiel, wie wir durch die **prototypenfreie Aerodynamikentwicklung** die Reichweite von Elektrofahrzeugen Meter für Meter steigern. Zudem bekommen Sie einen Einblick, wie wir mit unserer Integrationskompetenz den **Brennstoffzellenantrieb** in Serie bringen werden. Damit leisten wir einen wichtigen Beitrag, die Vision einer nachhaltigen Mobilität ein Stückchen weiter wahr werden zu lassen. Denn Nachhaltigkeit und der bewusste Umgang mit Ressourcen gewinnen in unserer Gesellschaft zunehmend an Bedeutung.

Darüber hinaus werden Sie in dieser Ausgabe noch weitere Themen entdecken, die unser Markenversprechen bekräftigen und ich freue mich sehr, dass dieses Magazin so eindrucksvoll illustriert, wer wir sind: **engineers of the automotive future.**

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

A handwritten signature in black ink, reading "Silvio Schindler". The signature is fluid and cursive.

Silvio Schindler,
Vorsitzender der Geschäftsführung

LI

N

H

A

L

T

TEAM

_02 EDITORIAL

Unser Versprechen:
Mobilitätsvisionen Wirklichkeit werden lassen

_06 IM DIALOG

Gemeinsam für die Zukunft von PSW:
Die Geschäftsführung spricht über den Automobilmarkt,
den Wandel und neue Technologien

_10 EINMALIG

Wie man das Wesen der Marke „PSW“
mit nur einem Wort beschreibt: Verwirklichung

_12 CHARAKTERSTARK

Engineers of the automotive future:
Die Menschen hinter der Marke

_14 NEUGIERIG

Wie die Transformation jedem Einzelnen
neue Chancen eröffnet

TECHNOLOGIE

_16 GESAMTHEITLICH

Denken in Systemen: Vernetztes Arbeiten verbunden
mit gesamtheitlicher Kompetenz

_18 UMFASSEND

Integrierte Mobilitätstechnologien:
Mit dem breiten Leistungsspektrum
macht PSW aus Visionen Wirklichkeit

_20 NACHHALTIG

Aufs Gaspedal - aber bitte emissionsfrei:
Wie PSW den Brennstoffzellenantrieb fit für die Serie macht

_22 SICHER

Eine Frage des Pulses: Die passive
Fahrzeugsicherheit beim Audi e-tron

_26 SIMULATIV

Virtuelle Technologieabsicherung:
Der Beitrag von PSW zur digitalen Fahrzeugentwicklung

_30 DYNAMISCH

Effektiv und clever: Die prototypenfreie
Aerodynamikentwicklung bei PSW

_34 VERNETZT

Auf der grünen Welle:
Mit Ampelinfo online entspannter ankommen

_38 IDEENREICH

Vorausgedacht:
Neue Ideen und Innovationen für die Mobilität der Zukunft

GEMEINSAM FÜR DIE ZUKUNFT VON PSW

Silvio Schindler

Vorsitzender der Geschäftsführung

Werfen wir einen kurzen Blick zurück. Das Geschäftsjahr 2018 war sehr erfolgreich für PSW. Was war dafür entscheidend?

Ganz klar die Leistung der gesamten PSW-Mannschaft. Wir haben vergangenes Jahr viele zukunftsweisende Themen auf den Weg gebracht. Das ist uns durch den herausragenden Einsatz aller PSWler gelungen. Dadurch haben wir 2018 das umsatzstärkste Geschäftsjahr in der Geschichte von PSW erzielt.

Das Ergebnis eines Audits des TÜV Süd hat uns Anfang des Jahres darin bestärkt, dass wir auf dem richtigen Weg sind. Der TÜV hat uns bestätigt, dass wir für den Geltungsbereich ‚Generalentwickler für gesamtheitliche Modul- und Derivateentwicklung im Automobilbereich‘ ein effizientes Qualitätsmanagementsystem eingeführt haben. Insbesondere die Bereiche Strategie, Innovation und Projektmanagement wurden positiv hervorgehoben.

Schauen wir voraus. Was sind Ihre Erwartungen für das verbleibende Jahr 2019?

2019 bleibt spannend. Die OEMs stehen vor großen Herausforderungen. Sie benötigen

einen Großteil ihrer Kapazitäten, um die zunehmende Vielfalt an Themen und die hohe Komplexität in der Entwicklung zu bewältigen. Aber das eröffnet uns auch neue Chancen, weil OEMs ganze Fahrzeugderivate vergeben. Das beste Beispiel dafür ist ein kommender Elektrosporthwagen von Audi, bei dessen Entwicklung wir maßgeblich beteiligt sind. Es ist das größte Projekt der Firmengeschichte, bei dem alle Abteilungen von PSW gefordert sind und die Kollegen machen einen super Job. Indem wir diesen Elektrosporthwagen mit zukunftsweisenden Technologien mitentwickeln, bauen wir unsere eigenen Kompetenzen weiter aus.

Des Weiteren ist Nachhaltigkeit ein Thema, das die Politik und Gesellschaft sehr bewegt. Und da leisten wir unseren Beitrag: vor kurzem hat Audi die Beauftragung im h-tron Projekt ausgebaut. Der h-tron ist das Konzeptfahrzeug von Audi zur Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs. Im Rahmen der Beauftragung unterstützen wir mit unserer Integrationskompetenz, um ihn in Serie zu bringen.

Neben der erfolgreichen Gestaltung unserer Projekte, spielt auch das Thema Kompe-

tenzaufbau eine wichtige Rolle. Angesichts des technologischen Wandels werden wir gestützt auf unsere Stärken im Engineering unser zukunftsweisendes Leistungsportfolio weiter ausbauen: Simulation, Fahrzeug-sicherheit und Elektrik/Elektronik sind wichtige Kompetenzfelder.

Technologischer Wandel, hohe Komplexität: Es sind bewegte Zeiten. Was gibt in so einem Umfeld Sicherheit?

In so einem volatilen Umfeld ist es wichtig zu wissen, wohin die Reise geht und wofür man steht – und das wissen wir. Die Vision unserer Unternehmensstrategie PSW2025 ist klar: „Wir sind führender Entwicklungspartner für die Mobilität der Zukunft.“ Unsere Unternehmensstrategie haben wir dieses Jahr durch eine Markenstrategie ergänzt. Damit haben wir der „Marke PSW“ ein klares und unverwechselbares Profil gegeben, womit wir unseren Anspruch eines innovativen Engineering-Partners im Markt weiter stärken. Die Markenstrategie bringt unsere Haltung und unser Angebot auf den Punkt: Wir machen aus den Mobilitätsvisionen unserer Kunden Wirklichkeit, indem wir neue Maßstäbe für integrierte Mobilitäts-technologien setzen.



Silvio Schindler,
Vorsitzender der Geschäftsführung



Claus Burghausen,
Geschäftsführung Finanz/
Compliance/Integrität/Personal



Andreas Fidorra,
Geschäftsführung Entwicklung



Andreas Fidorra

Geschäftsführung Entwicklung

Die gesamte Automobilbranche befindet sich im größten Umbruch ihrer Geschichte. Welche Antwort hat PSW auf die damit einhergehenden Herausforderungen?

PSW hat sich seit der Gründung massiv weiterentwickelt: vom Drei-Mann Betrieb zum Generalentwickler, der ganze Fahrzeuge entwickelt. Während dieser Zeit hat das Unternehmen schon viele Herausforderungen gemeistert und wir werden auch den aktuellen Umbruch nutzen, um daran zu wachsen. Wir besitzen ein umfassendes Knowhow in der Gesamtfahrzeugentwicklung. Zudem verfügen wir über eine breite technologische Expertise. In Kombination mit unserem Projektmanagement und der Matrixstruktur, versetzt uns das in die Lage, mehrere Großprojekte vom Konzept bis zur Serie gleichzeitig zu entwickeln. So profitieren wir von der Strategie der OEMs, die zunehmend die Entwicklung ganzer Fahrzeugpakete vergeben.

»PSW hat sich seit der Gründung massiv weiterentwickelt: vom Drei-Mann Betrieb zum Generalentwickler. Während dieser Zeit hat das Unternehmen schon viele Herausforderungen gemeistert und wir werden auch den aktuellen Umbruch nutzen, um daran zu wachsen.«

Andreas Fidorra

In Zukunft ist nicht nur die Fähigkeit gefragt, mehrere Großprojekte parallel zu entwickeln. Es braucht auch Kompetenzen in neuen Technologien.

Absolut. Und schon heute verfügt PSW über wichtige Kompetenzen in Zukunftstechnologien, wie zum Beispiel dem prototypenfreien Entwickeln. Aber wir arbeiten weiter aktiv an unserer Zukunft. PSW setzt dabei ganz klar auf die Integration von Mobilitätstechnologien. In den vergangenen Monaten haben die Fachbereiche individuelle Abteilungsstrategien erarbeitet, die im Einklang mit der Unternehmensstrategie sind. Besonders wichtig war uns dabei, die zukünftig relevanten Technologiefelder anzugehen und konkrete Maßnahmen abzuleiten.

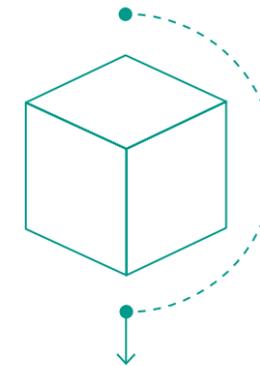
Können Sie ein konkretes Beispiel geben?

Gerne. Zum Beispiel in der Exterieur- und Interieurentwicklung wird zunehmend die Modularität und User Experience in den Fokus rücken. Insbesondere bei Sharing-Konzepten müssen Fahrzeuge modular gestaltet sein, um sie schnell und einfach warten zu können. Gleichzeitig wird der Fahrzeug-

innenraum der Zukunft auf den jeweiligen Use-Case anpassbar sein, um den Insassen durch ein perfektes Zusammenspiel von Licht, Sound und Klimatisierung eine individuelle Wohlfühlumgebung zu kreieren. Das stellt natürlich neue Anforderungen an uns als Engineering-Partner.

Außerdem werden wir unsere Rolle als Generalentwickler weiter stärken, indem wir unsere Kompetenzen in Elektrik/Elektronik, Gesamtfahrzeug-, und Assistenzsystementwicklung ausbauen. Der technologische Fokus liegt auf der Entwicklung von Level 4-Assistenzsystemen und deren automatisiertes Testen an x-in-the-Loop-Prüfständen.

Mit unserer Strategie stellen wir sicher, dass wir schon heute die Kompetenzen aufbauen, welche wir in Zukunft benötigen. Zudem sind alle Themen so aufeinander abgestimmt, dass sie ein in sich stimmiges Gesamtbild abgeben. Als schlagkräftiges Team sind wir so bestens für die Anforderungen der Mobilität der Zukunft aufgestellt.



»Angesichts des technologischen Wandels werden wir gestützt auf unsere Stärken im Engineering unser zukunftsweisendes Leistungsportfolio weiter ausbauen:

Simulation, Fahrzeugsicherheit und Elektrik/Elektronik sind wichtige Kompetenzfelder.«

Silvio Schindler

Claus Burghausen

Geschäftsführung Finanz/Compliance/Integrität/Personal

Der Wandel bringt auch hohe Investitionen mit sich. Wie schafft es das Unternehmen, dass es angesichts angespannter finanzieller Rahmenbedingungen wettbewerbsfähig bleibt?

OEMs müssen hohe Investitionen vornehmen, um neue Technologien zu entwickeln und sie auf die Straße zu bringen. Dieser Kostendruck wirkt natürlich auch auf uns als Engineering-Partner. Deswegen ist es essenziell, dass wir unsere Kosten im Griff behalten. Dass gelingt uns einerseits durch das Heben von internen Synergien, andererseits müssen wir unsere Prozesse schlank halten und effizient sein. Dafür haben wir ein Effizienzprogramm aufgesetzt, durch das wir vergangenes Jahr schon viele Einsparungen erzielt haben und das wir auch weiter vorantreiben werden.

Durch den technologischen Wandel verändern sich auch die Kompetenzanforderungen an jeden Einzelnen. Wie befähigt PSW die Mitarbeiter, den Weg in die Mobilität der Zukunft zu gehen?

Der Wandel in der Automobilindustrie stellt uns vor große Herausforderungen. Ich bin überzeugt, dass uns der Wandel gelingt, wenn wir uns auf die Transformation einlassen und sie motiviert mitgestalten. Dafür brauchen wir Engagement und Offenheit für Neues. Deswegen erarbeiten wir gerade ein Konzept, mit dem wir unseren Mitarbeitern die Chance eröffnen möchten, sich weiterzuentwickeln und an spannenden Zukunftsthemen wie alternative Antriebe oder Fahrzeugsicherheit mitzuwirken.

Durch maßgeschneiderte Fortbildungs- und Qualifizierungsformate für die wir ein entsprechendes Budget schon zurückgestellt haben, wollen wir mit dem Wandel nicht nur Schritt halten, sondern ihn auch mitgestalten.

»OEMs müssen hohe Investitionen vornehmen, um die neuen Technologien auf die Straße zu bringen. Dieser Kostendruck wirkt auch auf uns als Engineering-Partner. Um weiterhin wettbewerbsfähig zu sein, müssen wir unsere Kosten im Griff behalten, agil sein und effizient arbeiten.«

Claus Burghausen

Wie man das Wesen der Marke „PSW“ mit nur einem Wort beschreibt:

VERWIRKLICHUNG

Wir sind führender Entwicklungspartner für die Mobilität der Zukunft.

UNSERE POSITION

Wir sind

UNSER FOKUS

#1.

Erste Wahl bei der Fahrzeugentwicklung

#2.

Operative Exzellenz

#3.

Etablierung einer Innovationskultur

#4.

Expansion in neue Geschäftsfelder

MARKENKOMPETENZFELDER

COMPLETE VEHICLE DEVELOPMENT

Wir denken in Funktionen, nicht in Bauteilen.

SUSTAINABLE MOBILITY TECHNOLOGIES

Wir nutzen Energieströme sinnvoll.

UNSERE HALTUNG

Wir machen aus Mobilitätsvisionen

Wirklichkeit.

UNSER ANGEBOT

Wir setzen neue Maßstäbe für

integrierte Mobilitätstechnologien

UNSER ANTRIEB

umsetzungstark

im gesamten Entwicklungsprozess

visionär

in Zukunftstechnologien

effizient

in der Ausführung

UNSER MARKENKERN

»Verwirklichung«

CONNECTED MOBILITY SOLUTIONS & INNOVATIONS

Wir entwickeln Funktionen und Eigenschaften.

DIGITAL ENGINEERING & VIRTUAL PROTOTYPING

Wir ermöglichen die Erlebbarkeit virtueller Entwicklung

Vom Drei-Mann-Betrieb zum Generalentwickler: PSW hat sich in den vergangenen Jahren stark weiterentwickelt und mit PSW 2025 eine strategische Neuausrichtung vollzogen. Aufbauend auf der langjährigen Erfahrung entwickelt das Unternehmen nicht mehr einzelne Bauteile, sondern fokussiert sich auf gesamtheitliche Großprojekte und Zukunftstechnologien. Damit bietet PSW den Kunden integrierte Technologielösungen und Entwicklungsleistungen aus einer Hand. Um sich gezielter im Markt zu positionieren, gilt es nun, neben einer weiteren Konkretisierung der Unternehmensstrategie auch das Wesen der „Marke PSW“ zu beschreiben. Oder anders gesagt: den rational denkenden „Kopf“, um ein emotionales „Herz“ zu ergänzen.

»Wir sind Teil einer Branche im Wandel. In solch einem forderndem Umfeld ist es wichtig zu wissen, wohin man will und wofür man steht.«

Simon Weißschädel, Entwicklung Konzepte/Anbauteile

Von PSW für PSW

Im Mittelpunkt jeder Marke stehen die Menschen, die sie formen und mit Leben füllen. Deswegen hat das Projektteam um Dawid Kacprzak (Kommunikation), Susan Zöller (Strategie) und die Markenexperten Tom Klein und Dirk Nitschke die Kollegen von Anfang an sehr eng in den Findungsprozess miteinbezogen. So haben sie gemeinsam eine Markenstrategie von PSW 2025 abgeleitet, die die Persönlichkeit von PSW auf den Punkt bringt und in der sich alle PSWler wiederfinden – von PSW für PSW.

Die Suche nach den richtigen Worten

Zu Beginn hat das Projektteam eine Marktanalyse durchgeführt. Die Ergebnisse haben bestätigt, wie viel komplexer die Aufgaben heute sind und wie in der Folge auch die Kompetenzanforderungen ansteigen. Im zweiten Schritt haben sie einen fachübergreifenden Workshop mit Kollegen aus unterschiedlichen Bereichen des Unternehmens organisiert. Gemeinsam haben sie es geschafft, die zuvor gesammelten Erkenntnisse zu etwas Handfestem zusammenzufassen. Etwas, womit sich jeder identifizieren kann. Zudem hat das Projektteam mit weiteren internen Experten und wichtigen Vordenkern aus der Branche gesprochen, um zu erfahren, was einen modernen Entwicklungspartner ausmacht und wie PSW wahrgenommen wird. So haben sie zum Beispiel mit dem VW-Zukunftsforscher Wolfgang Müller-Pietralla und Marius Kohlhepp, dem leitenden Trendforscher bei Audi, Interviews geführt.

Durch die zunehmende Komplexität im Automobilmarkt brauchen Kunden einen Partner mit Umsetzungsstärke, der an ihrer Seite steht und sie bestmöglich unterstützt.

Es braucht hohe Integrationsfähigkeiten, digitale Technologie und haptisches Erleben zu verbinden, die Innen- und die Außenwelt des Fahrzeugs zu vernetzen, Ressourcen zu planen, Partnerschaften in einem Netzwerk zu kombinieren oder Innovationen voranzutreiben. PSW hat diese Integrationskompetenz und liefert Kunden

INTEGRIERTE MOBILITÄSTECHNOLOGIEN.

Der gemeinsame Nenner

Nach und nach hat sich schließlich ein konkretes Bild abgezeichnet. Die strategische Positionierung des Unternehmens ist klar: „Wir sind führender Entwicklungspartner für die Mobilität der Zukunft“. Dazu fokussiert sich PSW auf die Stärkung des Kerngeschäfts und das Potenzial zukunftsorientierter Geschäftsfelder. Die dafür wichtigen Kernfelder sind Gesamtfahrzeugverantwortung, operative Exzellenz, die Etablierung einer Innovationskultur und die Expansion in neue Geschäftsfelder. Mit diesen vier Stoßrichtungen wird PSW aus unternehmerischer Sicht die Mobilität der Zukunft mitgestalten.

Aber wie schlägt das Herz von PSW? Was treibt PSWler an?

PSW macht aus Mobilitätsvisionen Wirklichkeit! Um diese Visionen auf die Straße zu bringen, setzt PSW neue Maßstäbe bei der Entwicklung von integrierten Mobilitätstechnologien. Dafür handeln PSWler umsetzungsstark, visionär und effizient. Oder anders ausgedrückt: PSWler sind VERWIRKLICHER!

»Mir hat es sehr viel Spaß gemacht, gemeinsam mit den anderen Kollegen an der Markenstrategie mitzuwirken.«

Christian Schneider, Entwicklung Elektrik/Elektronik



Michael Walker,
Entwicklung Interieur

„Ich bin 1991 als freiberuflicher Konstrukteur von Großbritannien nach Deutschland gekommen. Nach verschiedenen Stationen im Engineering habe ich 2008 bei PSW angefangen. So wie sich die Firma in den letzten Jahren weiterentwickelt hat, habe auch ich mich weiterentwickelt: Mittlerweile bin ich Teamleiter und die Aufgaben und das Arbeitsumfeld gefallen mir super gut. Ich arbeite am Interieur eines

kommenden Elektrosportwagens mit und meine Aufgaben sind sehr breit gefächert: Projektarbeit, Technikrunden, Controlling und ich bin nach wie vor am Konstruieren. Was mich an meiner Arbeit fasziniert, ist das Verwirklichen: Es fängt an mit einer Idee und zum Schluss hat man etwas erschaffen, das Leute fasziniert und das Emotionen weckt. Zum Beispiel der Audi Q8: Wir haben unter anderem das Interieur gemeinsam mit Partnern vom Konzept bis zur Serie entwickelt. Das war eine herausragende Erfahrung.“

Katharina Mittwollen,
Technologie/Innovation

„Ich bin seit 2006 bei PSW. Nach meiner Ausbildung zur technischen Produktdesignerin war ich in der Serienentwicklung und konnte beim ersten Großprojekt von PSW mitwirken: der Audi A5 Sportback. Das Fahrzeug auf der Straße zu sehen, hat mich schon stolz gemacht. In dem Moment habe ich mir gedacht: Die Zierleiste ist von mir, die Scheibe und so weiter. Vor fünf Jahren wollte ich etwas Neues ausprobieren und bin in die Vorentwicklung gewechselt. Im Bereich Technologie/

Innovation kann ich meine Neugierde ausleben und ich habe mich intensiv mit dem Thema Urbanisierung beschäftigt. Wie werden wir uns in Zukunft fortbewegen? Was könnten neue Mobilitätslösungen sein? Solche Fragestellungen begeistern mich. Über die Urbanisierung habe ich mich auch viel mit dem Thema Innovationsmanagement beschäftigt, das ich derzeit im Unternehmen mit aufbaue. Ich werde meinen Kollegen eine Plattform bieten, ihre Ideen zu Innovationen zu verwirklichen. Der kreative Austausch und die visionären Konzepte machen jeden Tag zu etwas Besonderem.“



Die Menschen hinter der Marke

ENGINEERS OF THE AUTOMOTIVE FUTURE



Der Kern jedes Unternehmens sind die Mitarbeiter. Mit ihren Ideen, ihrer Neugierde und ihrem Engagement gestalten sie die Mobilität der Zukunft mit und lassen die Visionen unserer Kunden wahr werden.

Dabei leistet jeder seinen Beitrag: von der ausgebildeten Azubine über den IT-Spezialisten bis hin zum Ingenieur für Simulationsberechnungen, dem CAD-Konstrukteur und allen anderen PSWlern.



Florian Sulak,
IT/Digitalisierung

„Vor meiner Zeit bei PSW habe ich eine Ausbildung zum Informatikkaufmann gemacht. Nach Abschluss der Ausbildung hat ein mir bekannter PSWler empfohlen, mich zu bewerben. Jedoch war keine Stelle in der IT ausgeschrieben. Also habe ich mich initiativ beworben – und war erfolgreich. Das Tolle an meiner Arbeit ist, dass ich den Kollegen in vielen Belangen helfen kann. Genauso wenig, wie ich Simulationen berechnen kann, sind meine Kollegen IT-Spezialisten. Dafür bin ich da. Mittlerweile betreue ich unter anderem

die zentrale Verwaltung unserer Mobilgeräte und die Multimediasysteme bei PSW – da bewegt sich einiges. Die vielen unterschiedlichen Fragen der Kollegen machen meinen Tag sehr abwechslungsreich. Von einfachen bis zu fachspezifischen Themen, wie zum Beispiel der Einrichtung eines neuen Besprechungsraums, oder das Implementieren neuer Betriebssysteme, sorgen dafür, dass ich stets gefordert bin. Worauf ich besonders stolz bin, ist der Aufbau der Infrastruktur für die Videokonferenzsysteme über das gesamte Unternehmen hinweg. Das war eines meiner ersten Projekte und daran erinnere ich mich gerne zurück.“

Patrick Henneberger,
Entwicklung Berechnung/Simulation

„Bis vor kurzem habe ich Werkzeuge konstruiert, jetzt führe ich an unserem Standort in Neckarsulm virtuelle Simulationen und Berechnungen für die Strukturauslegung von Karosserien durch. Ich denke, das bringt ganz gut auf den Punkt, wieso ich bei PSW bin. Hier habe ich die Möglichkeit, mich weiterzuentwickeln. Ich habe bei PSW ein duales Studium im Bereich Maschinenbaukonstruktion und Entwicklung gemacht und wurde danach in der Werkzeugkonstruktion übernommen. Ich hatte jedoch bald das Bedürfnis nach

einer neuen Herausforderung und habe mich deswegen Ende vergangenen Jahres aktiv für eine Transformation in ein neues Kompetenzfeld entschieden. Im Rahmen der Transformation haben mich die neuen Kollegen in das Thema Berechnung und Simulation eingearbeitet. Mittlerweile werte ich eigenständig Berechnungen aus, präsentiere die Ergebnisse beim Kunden und treibe gemeinsam mit den Kollegen die Automatisierung von Auswertungen voran. Der Job macht mir sehr viel Spaß und ich freue mich, dass es mit dem Übergang in die neue Abteilung geklappt hat und dass mich die Kollegen so gut unterstützen.“



Martina Wittmann,
Entwicklung Exterieur/Anbauteile

„Ich habe 2014 als Assistentin bei PSW angefangen. In meiner Rolle verstehe ich mich als Wegbereiterin. Ich schöpfe meine Motivation daraus, dass meine Kollegen durch meine Vorarbeit und Unterstützung ihre Projekte weiter erfolgreich vorantreiben können. Den Überblick zu behalten, Prozesse zusammenführen und unterstützen, das sind meine wesentlichen Aufgabenfelder. Eine gute Mischung aus regelmäßig anfallenden Tätigkeiten,

wie Projektcontrolling, und spezielleren Aufgaben, wie die Mitarbeit an der Abteilungsstrategie, machen mein Aufgabefeld sehr vielfältig. Einer der spannendsten Momente war sicherlich die Anfragephase bis zur Beauftragung eines kommenden Elektrosportwagens. Bei der Kalkulation eines Projekts dieses Umfangs zu unterstützen, war eine große Herausforderung. Das Schöne ist, dass ich nun beim nachfolgenden Controlling merke, dass die Kalkulation aufgeht. Das macht mich schon stolz, weil ich damit einen wichtigen Beitrag geleistet habe.“



_NEU GIERIG BLEIBEN

Wie die Transformation neue Chancen eröffnet

Die gesamte Automobilbranche befindet sich in einem tiefgreifenden Wandel. Dementsprechend sind auch neue Fähigkeiten und Kompetenzen in der Fahrzeugentwicklung gefragt. Wer die Fahrzeuge der Zukunft mitentwickeln möchte, muss schon heute die dafür notwendigen Kompetenzen aufbauen, Stichwort „Transformation“. Im Interview sprechen der Leiter des Personalwesens Matthias Bauer und Referentin Stefanie Wierl über die Notwendigkeit der Transformation – und darüber, welche Chancen sich daraus für jeden Einzelnen ergeben.

Der Begriff „Transformation“ ist derzeit in aller Munde. Was genau bedeutet Transformation bei PSW?

Stefanie Wierl. Der Begriff „Transformation“ beschreibt im Personalbereich die Verschiebung von Kompetenzschwerpunkten im Sinne von Mitarbeiterfähigkeiten. Heute zum Beispiel konstruiert jemand Umfänge im Exterieur, morgen arbeitet er an Technologien in der Fahrzeugsicherheit. Für die jeweiligen Tätigkeiten sind aufbauend auf dem schon vorhandenen Wissen noch weitere Fähigkeiten notwendig. Da kommen wir ins Spiel. In der Personalentwicklung ist es unsere Aufgabe, die Kollegen während der Transformation an die Hand zu nehmen, sie zu unterstützen und zu befähigen.

Matthias Bauer. Grundsätzlich muss man sagen, dass die Transformation ja nicht nur PSW betrifft, sondern eigentlich die gesamte Industrie. Wobei die Automobilbranche besonders davon betroffen ist. Sie befindet sich im größten Umbruch ihrer Geschichte. Dementsprechend werden Fähigkeiten, die früher ganz essenziell gewesen sind, zwar immer noch eine Rolle spielen, aber eben nicht mehr in einem solchen Ausmaß. Ich kann absolut verstehen, dass das bei dem Einen oder Anderen erst einmal Verunsicherung hervorruft. Aber diese Verunsicherung kann ich jedem nehmen, denn meine Erfahrung zeigt mir immer wieder: neugierig bleiben lohnt sich.

Inwiefern?

Matthias Bauer. Mit der Transformation eröffnen sich für jeden Mitarbeiter viele neue Chancen. Von der Strategie abgeleitet, sind wir heute schon in spannenden Zukunftsfeldern unterwegs: alternative Antriebe, prototypenfreie Entwicklung und Elektrik/Elektronik, um nur ein paar zu nennen. Und unsere Kompetenzen in Zukunftstechnologien werden wir aufbauend auf unsere Stärken weiter vorantreiben. Die dafür notwendige Transformation eröffnet jedem die Möglichkeit, solche Themen mitzugestalten, um sich selbst fachlich weiterzuentwickeln. Dadurch können auch bisher verborgene Talente und Fähigkeiten aufgedeckt werden.

Die Transformation ist also zwingend notwendig.

Wie läuft sie im Genauen ab?

Stefanie Wierl. In einem ersten Schritt wird der Austausch mit den entsprechenden Kollegen und den Führungskräften hergestellt. Man muss sich ja erst einmal ein Bild machen, ob die neue Aufgabe tatsächlich für einen in Frage kommt, und sich über die Tätigkeit und das Arbeitsumfeld informieren. Danach bewirbt sich der Kollege offiziell auf die Stelle – und wenn die Bewerbung erfolgreich ist, wird der Kollege nach und nach an seine neue

Tätigkeit herangeführt. Das geschieht einerseits durch Learning on the Job, andererseits durch individuell zugeschnittene Qualifizierungsformate. Insbesondere das Learning on the Job ist sehr wichtig. Manche Fähigkeiten sind so speziell, dass es keinen besseren Wissensvermittler geben könnte, als einen erfahrenen Kollegen. Deshalb organisieren die Kollegen untereinander den internen Austausch und teilen untereinander ihr Wissen und ihre Erfahrungen. Das finde ich ganz stark!

»Die Qualifizierung und Weiterbildung unserer Kolleginnen und Kollegen liegt uns am Herzen und ist für das Unternehmen sehr wichtig. Deswegen bringen wir uns bei der Erarbeitung des Konzepts ein, um die entsprechenden Kompetenzen im Unternehmen aufzubauen.«

Jens Nuthmann, Betriebsratsvorsitzender

Was sind bei der Transformation die nächsten Schritte?

Matthias Bauer. Wir möchten in den nächsten Monaten eine einheitliche Absprungbasis schaffen, indem wir über das gesamte Unternehmen hinweg gemeinsam mit den relevanten Stakeholdern eine Kompetenzmatrix entwickeln. Das ist eines der Themen, das Stefanie derzeit betreut.

Stefanie Wierl. Einerseits möchten wir in der Matrix die derzeit vorhandenen Kompetenzen, Fähigkeiten und Potenziale im Unternehmen erfassen. Andererseits werden wir dann diese schon vorhandenen Kompetenzen den Fähigkeiten gegenüberstellen, die wir in Zukunft brauchen werden. Daraus können wir dann zusammen mit den Führungskräften und Mitarbeitern gezielte Maßnahmen ableiten, um die Mitarbeiter zu unterstützen. Dass die Transformation wirkt, zeigen viele Beispiele.

Könnt ihr ein paar nennen?

Matthias Bauer. Ja, gerne. Vergangenes Jahr haben sich sowohl in den technischen als auch in den Supportbereichen zahlreiche Kollegen erfolgreich weiterentwickelt. Ob abteilungsübergreifend, wie zum Beispiel von der Betriebsmittelkonstruktion zur Fahrzeugsicherheit, oder innerhalb des Bereiches, wie vom Sachbearbeiter zum Referenten – viele dieser Kollegen haben die Transformation erfolgreich absolviert. Mit Engagement und einem hohen Maß an Motivation.

Stefanie Wierl. Das ist ein sehr wichtiger Punkt. Der Wille sich weiterzubilden, muss vom Mitarbeiter selbst kommen. Und auch wenn die Transformation formell abgeschlossen ist, kann man nicht sagen: Das war's jetzt. Man lernt einfach nie aus. Das gilt für den Beruf als auch fürs Private.

DENKEN IN SYSTEMEN

Vernetztes Arbeiten verbunden mit gesamtheitlicher Kompetenz

Autonomes Fahren, Car-to-X, Elektromobilität: Die Herausforderungen in der Fahrzeugentwicklung werden zunehmend komplexer und vielfältiger. Doch darin liegt auch eine Chance für Entwicklungspartner. Große OEMs werden einen Großteil ihrer Kapazitäten benötigen, um diese Komplexität in der Entwicklung zu bewältigen. In der Folge werden die Vergabeumfänge für Entwicklungspartner immer umfangreicher. Aber mit der Größe der Vergabeumfänge steigt natürlich auch hier die Komplexität, die der Partner bewältigen muss. Dass PSW für diese Zukunft schon heute richtig aufgestellt ist, zeigt der Audi Q8. Gemeinsam mit PSW und weiteren Partnern hat Audi den Luxus-SUV entwickelt, der 2018 seine Weltpremiere gefeiert hat. Schon während der Entwicklung des Audi Q8 hat PSW die Arbeit an einem weiteren Projekt aufgenommen: dem kommenden Elektrosportwagen von Audi. Es ist das größte Projekt in der bisherigen Firmengeschichte.

» Wir sind schon sehr früh in der Entwicklungsphase dabei und speziell im Maßkonzept, der Ergonomie, der Auslegung und dem DMU arbeiten wir von Anfang an mit den entsprechenden Kunden- und PSW-Fachabteilungen zusammen.«
Günter Adam, Leiter Entwicklung Konzepte

Mehrere Großprojekte parallel

Darüber hinaus arbeitet PSW noch an der Entwicklung drei weiterer Fahrzeuge, sodass das Unternehmen derzeit vier Großprojekte gleichzeitig entwickelt. Den Projekterfolg gewährleistet PSW durch ein breites technisches Leistungsspektrum, einem schlagkräftigen Projektmanagement samt Matrixstruktur und vernetztem Arbeiten. Dabei werden die Herausforderungen noch weiter zunehmen. Der Kunde rückt stärker in den Fokus und Technologien können nicht mehr isoliert voneinander betrachtet werden, weil sie sich in

einer zunehmend vernetzten Welt immer stärker überschneiden. Die Komplexität nimmt zu. Deswegen wird in der Fahrzeugentwicklung eine gesamtheitliche Systemsicht immer wichtiger. Oder anders gesagt: PSW denkt nicht mehr in Bauteilen, sondern in Systemen.

» Ein Fahrzeug besteht aus etlichen Einzelteilen, die erst in ihrem perfekten Zusammenspiel die notwendigen Funktionen erfüllen. Dementsprechend haben wir schon immer das große Ganze betrachtet.«

Michael Stelzle, Leiter Entwicklung Exterieur/Anbauteile

Gemeinsam für das Gesamtsystem

Strategieexpertin Dr. Susan Zöller arbeitet gemeinsam mit den Fachabteilungen daran, das „Denken in Systemen“ bei PSW weiterzuentwickeln. Wer sich näher damit beschäftigt, der verirrt sich schnell in einem Wald voller Fachbegriffe, komplizierten Grafiken und sperrigen Definitionen. Susan erklärt es mit einer eingängigen Metapher: „Die Analogie ist relativ einfach, aber sie bringt den Kern der Sache gut auf den Punkt. Der Systemgedanke lässt sich mit dem Häuserbau erklären. Dort gibt es zum Beispiel den Elektriker, der beim Verlegen von elektrischen Leitungen im Projekt ‚Hausbau‘ als Abstimmungspartner und Experte gilt“, sagt die promovierte Ingenieurin. „Er verantwortet unter Berücksichtigung aller anderen Domänen die Machbarkeit der Funktion ‚Stromversorgung sicherstellen‘. Das gelingt ihm, weil er über die Fähigkeit verfügt, sich im Team optimal abzustimmen.“

Auf die Fahrzeugentwicklung bezogen heißt das, dass Ingenieure beispielsweise Elektrik oder Mechanik nicht als voneinander isolierte Domänen betrachten, sondern direkt zu Beginn das Gesamt-

system im Blick haben und gemeinsam in interdisziplinären Teams die erforderlichen Anforderungen und Funktionen definieren. Weil PSW in ihrer Rolle als Generalentwickler die Verantwortung für ganze Fahrzeuge übernimmt, hat diese gesamtheitliche Betrachtungsweise schon immer eine wichtige Rolle gespielt, die nun noch stärker in den Fokus rückt.

» Eine stringente Funktionsorientierung liegt in der Natur der Gesamtfahrzeugentwicklung. Nur so können wir zum Beispiel die Anforderungen an die Homologation der jeweiligen Märkte zuverlässig erfüllen.«

Bora Pamir, Leiter Entwicklung Gesamtfahrzeug

„Im Grunde denken wir schon heute in Systemen und Funktionen“, sagt Susan. „Und weil diese Denkweise in Zukunft noch mehr an Bedeutung gewinnen wird, werden wir gemeinsam mit den Fachabteilungen daran arbeiten, wie wir den Ansatz weiterverfolgen. Insbesondere eine sorgfältige Gestaltung der Prozesslandschaft ist wichtig, damit Arbeitsabläufe und Verantwortungen klar definiert und transparent sind.“ Es ist also noch einiges zu tun, bis das „Denken in Systemen“ voll etabliert ist. Aber wer Susan zuhört, der kommt schnell zur Überzeugung, dass für das Thema brennt und es gemeinsam mit ihren Kollegen erfolgreich vorantreiben wird.

» Massagefunktion, Beleuchtung, Sound etc.: Für die Entwicklung des Interieurs der Zukunft betrachten wir diese Insassenerlebnisfunktionen gesamtheitlich und stellen das Erlebnis der Insassen in den Mittelpunkt. Das gelingt uns durch enge Vernetzung mit allen Beteiligten und konsequente Funktionsorientierung.«

Tilo Schiesterl, Leiter Entwicklung Interieur



Der Audi Q8: Audi hat gemeinsam mit PSW und weiteren Partnern den Luxus-SUV entwickelt.

INTEGRIERTE MOBILITÄTSTECHNOLOGIEN: UNSERE VIER KOMPETENZFELDER

Wir machen aus Mobilitätsvisionen Wirklichkeit, indem wir neue Maßstäbe für integrierte Mobilitätstechnologien setzen. Das gelingt uns durch vernetztes Arbeiten und mit dem gesamtheitlichen Leistungsspektrum unserer vier Kompetenzfelder:

_Complete Vehicle Development:

» Wir denken in Funktionen, nicht in Bauteilen«

Wir verfügen über eine übergreifende Kompetenz in der Gesamtfahrzeugentwicklung bis hin zur Freigabeempfehlung. Bereits ab dem Konzept verantworten wir die Eigenschaftssteuerung und definieren damit die notwendigen Referenzpackages hinsichtlich Eigenschafts- und Funktionserfüllung, Serienmachbarkeit, sowie Montage und Demontage. Unser Spektrum umfasst dabei unter anderem die Karosserieentwicklung, Interieur, Exterieur, Elektrik/Elektronik und Testing.

Der Anspruch unserer Karosserieentwicklung ist eine über alle Bereiche abgestimmte, freigabefähige Karosserie bis zur Markteinführung. Zudem verfügen wir über die Kompetenz, das gesamte Interieur (Cockpit, Sitze, Trim) und Exterieur (Türen, Klappen) zu entwickeln und das Bordnetz und elektronische Komponenten zu integrieren. Dabei legen wir besonderes Augenmerk auf eine optimale Technik-/Designkonvergenz. Neben dem Entwickeln sind wir auch Experte im Testing: „Auf unseren eigenen Technikumsflächen können wir den Entwicklungsprozess von den ersten Konzeptaufbauten bis hin zur Elektrifizierung und Inbetriebnahme von Technikträgern ganzheitlich abbilden. Unser Kompetenzspektrum reicht von der Auslegung und Systemsimulation von elektrischen Kleinantrieben über die Applikation und Funktionsabsicherung bis hin zur Freigabe von mechatronischen Systemen“, sagt Daniel Matzner, Leiter Zentrales Technikum.

_Sustainable Mobility Technologies:

» Wir nutzen Energieströme sinnvoll«

Ressourcen sind begrenzt und ein nachhaltiger Umgang mit der Umwelt gewinnt in der Gesellschaft zunehmend an Bedeutung. Deswegen wird die Mobilität der Zukunft elektrisch sein. Wir leisten unseren Beitrag diese Zukunft möglich zu machen, indem wir den Brennstoffzellenantrieb ins Fahrzeug integrieren. Dafür entwickeln wir ein eigenes Simulationsmodell namens „modulare Längsdynamiksimulation“. Damit können alle Abhängigkeiten innerhalb des Fahrzeugs dargestellt werden, wie Verbrauch, Beschleunigung, Reichweite, Rollwiderstände, Geschwindigkeiten und Temperaturen. Unser Ziel ist es, dass wir eine systemübergreifende Kompetenz für den Brennstoffzellenantrieb aufbauen, inklusive HV-Batterieintegration bis zur gesetzeskonformen Absicherung.

Insbesondere im Bereich der Elektromobilität spielen Thermo- management und Aerodynamik eine wichtige Rolle, weil sie einen maßgeblichen Einfluss auf die Reichweite haben. Durch den Einsatz modernster Simulationsmodelle entwickeln wir Lösungen, um vorhandene Wärmeströme intelligent zu nutzen und im Fahrzeug sinnvoll zu verteilen. Damit stellen wir den Komfort im Innenraum sicher und erzielen eine bessere Reichweite. Um diese noch weiter zu erhöhen, optimieren wir mit unseren Kunden die Aerodynamik der Fahrzeuge bereits in der Konzeptphase.

_Connected Mobility & Innovations:

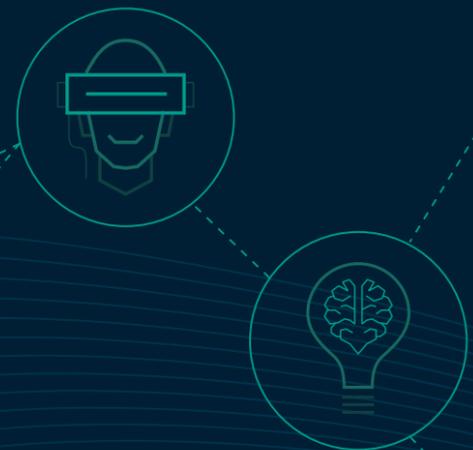
» Wir entwickeln Funktionen und Eigenschaften«

Die Fahrzeuge der Zukunft werden autonom unterwegs sein. Zwei essenzielle Bausteine für das autonome Fahren sind Komfort und Sicherheit. Deswegen entwickeln wir Technologien für einen komfortablen und sicheren Verkehrsfluss. Bei dem von uns gemeinsam mit Audi entwickelten Service „Ampelinfo online“ handelt es sich um eine Car-2-x-Anwendung, die sich mit dem Verkehrsleitrechner der Region verbindet und dem Fahrer den Status der Ampelanlagen mitteilt. So sieht der Fahrer, mit welcher Geschwindigkeit er eine bestimmte Ampel noch bei grün überqueren kann, wodurch er komfortabler, entspannter und nachhaltiger durch den Verkehr kommt. Ein weiterer wichtiger Baustein für das autonome Fahren ist die integrale Fahrzeugsicherheit. Unsere Kompetenz bei der integralen Sicherheit reicht dabei von Pre-Crash-Themen zur Vermeidung von Unfällen, über eine robuste Crashesauslegung, bis hin zu den Post-Crash-Funktionen wie eCall (automatisches Notrufsystem) oder EDR (Event Data Recorder). So decken wir den kompletten Themenbereich der integralen Sicherheit ab.

_Digital Engineering & Virtual Prototyping:

» Wir ermöglichen die Erlebbarkeit virtueller Entwicklung«

Durch den Einsatz von Multi Domain Simulations (CAx) und dem Ausbau unserer Virtual Reality Kompetenz treiben wir die prototypenfreie Entwicklung voran. Unsere Kunden profitieren hierbei von unserer langjährigen Erfahrung im Bereich der virtuellen Entwicklung. So setzen wir zukunftsweisende Simulations- und Analysemethoden bereits in der Konzeptphase ein und steigern dadurch die Effizienz der Fahrzeugentwicklung. Gleichzeitig reduzieren wir Entwicklungszyklen und Kosten. Dank unserer umfangreichen Erfahrung als Generalentwickler gewährleisten wir zudem eine sehr gute Prognosequalität und identifizieren frühzeitig Schwachstellen. Darüber hinaus zeigen wir auch Potentiale zur Gewichts- und Kostenreduzierung auf. So stellen wir eine effiziente und robuste Zielerreichung sicher. Auch im Rahmen unserer eigenen Prozesse, zum Beispiel in der „Virtuellen Prototypenerprobung“, bauen wir unsere Fähigkeit zur prototypenfreien Entwicklung konsequent aus. Dabei handelt es sich um ein schnittstellenübergreifendes Vorgehen zur virtuellen Absicherung von Fahrzeugprojekten.



2010

PSW verantwortet Packagethemen im Bereich Kühlung des Audi Q5 HFC, einer Technikstudie von Audi

2011 bis heute

Package- und Konzeptuntersuchungen zum Brennstoffzellenantrieb

2018

Beauftragung beim Audi h-tron und Aufbau einer eigenen Abteilung zur Brennstoffzellenentwicklung

2019

Ausbau der Beauftragung und Erweiterung der internen Brennstoffzellenentwicklung sowie Investition in Prüfstände



Der Audi h-tron quattro concept, das Konzeptfahrzeug von Audi zur Entwicklung des Brennstoffzellenantriebs.

AUFS GASPEDAL ABER BITTE EMISSIONS- FREI!

Konzeptioneller Tiefgang und technischer Weitblick müssen zusammenkommen, um den Brennstoffzellenantrieb fit für die Serie zu machen.



PRÜFSTÄNDE

PSW investiert aktiv in die Erprobung der Membrane Electrode Assembly (MEA). Die MEA ist gewissermaßen das „Herz der Brennstoffzelle“. Hierzu entsteht am Standort Neckarsulm ein MEA Prüffeld, an dem das Verhalten und die Alterung der MEAs erprobt werden, um den Betrieb des Brennstoffzellensystems noch effizienter zu gestalten.

Den Brennstoffzellenantrieb ins Fahrzeug zu integrieren ist eine wichtige Aufgabe, um die Art und Weise wie wir uns fortbewegen nachhaltiger und umweltfreundlicher zu gestalten. Zugleich ist die Integration auch eine große Herausforderung. Die Fakten sind überzeugend: Wasserstoff ist nahezu unbegrenzt verfügbar und für seine Gewinnung lassen sich auch regenerative Energiequellen nutzen. Außerdem lässt sich Wasserstoff leicht speichern und transportieren und ist damit vielleicht einer der wichtigsten Energieträger der Zukunft. Dr. René van Doorn ist bei PSW der Spezialist für Wasserstoff und die Brennstoffzelle und unterstützt mit seinem Team die Fahrzeughersteller bei der Integration und Entwicklung des innovativen Wasserstoffantriebs. Das ist zum einen eine Aufgabe mit technischem Tiefgang und zum anderen eine, die konzeptionellen Weitblick erfordert, denn die Rahmenbedingungen sind anspruchsvoll.

Technik verstehen und Bürokratie überblicken

„Je nach Land und Region unterscheiden sich Gesetze und Verordnungen zum Thema Hochvolt- und Wasserstoffsicherheit, die für die Zulassung eines Brennstoffzellenfahrzeugs relevant sind“, sagt René „darum müssen konkrete, länderspezifische Sicherheitskonzepte erarbeitet werden.“ „Wir recherchieren die Anforderungen für viele verschiedene Länder und dokumentieren das was wir herausfinden in einer Datenbank“. Und dabei geht es um viel mehr als die Dokumentation. Vor allem muss konzeptionell umgesetzt werden was gefordert ist. Ein Beispiel: Eine EU-Verordnung legt fest, dass Fahrzeugemissionen maximal vier Prozent Wasserstoff enthalten dürfen. So weit, so gut. Es gibt aber einen Betriebszustand des Fahrzeugs, bei dem einmal pro Minute kurze Zeit Wasserstoff abgelassen wird – man nennt das „spülen“ – und auch dabei darf das Vier-Prozent-Limit nicht überschritten werden. Wie geht das? Das ist eine von vielen hundert Knobelaufgaben, die das PSW Team löst. „Wir setzen uns zusammen und überlegen, wie eine Lösung aussehen könnte. Auf der einen Seite die Kollegen, die wissen, wie man mit Wasserstoff umgeht. Auf der anderen Seite die Experten, die die Gesetzeslage im Blick haben und

schließlich diejenigen mit dem Knowhow zum Brennstoffzellensystem“, erklärt der promovierte Chemiker das PSW-Team-Setup. „So bringen wir Gesetzesanforderungen, Systemanforderungen, Systemverständnis und Simulation unter einem Hut. Hier leben und arbeiten wir bereits nach den neuesten Entwicklungsmethoden in Sinne des Systems-Engineering.“ Aber was wird da eigentlich simuliert?

Die Betriebsstrategie ist entscheidend
René hat ein Beispiel: „Bedingt durch die niedrige Betriebstemperatur der Brennstoffzelle, sind die Anforderungen an die Fahrzeugkühlung wesentlich höher als bei einem Verbrennungsmotor. Die Integration des Brennstoffzellenantriebs gelingt nur, wenn sie zusammen mit der Kühlung umfassend betrachtet wird. Dafür haben wir ein eigenes Simulationsmodell entwickelt – die modulare Längsdynamiksimulation.“



Im Rahmen dieser Simulation können alle Abhängigkeiten innerhalb des Fahrzeugs berechnet werden wie Verbrauch, Beschleunigung, Reichweite, Rollwiderstand, Geschwindigkeiten und Temperaturen. „Wir simulieren gezielt Grenzbetriebsbedingungen und daraus wird berechnet, wie man die Brennstoffzelle am effizientesten betreiben kann“ erklärt René. Mit den gesammelten Erkenntnissen ebnet das PSW-Team den Weg zur Integration und unterstützt Hersteller dabei, den alternativen Antrieb fit für die Serie zu machen. „Die Simulationsumgebung ist hierbei so ausgelegt worden dass nicht nur ein kompletter Brennstoffzellen-Hybrid-Triebstrang simuliert werden kann, sondern auch die Teilsysteme als solche optimiert werden können. Auch die Simulation von anderen Antriebsarten, wie reine Batteriemobilität, kann so durchgeführt werden.“

Effektiver ans Projektziel

Apropos „fit“: Wer andere fit machen will, muss auch selbst auf Zack sein. Die unmissverständliche Antwort auf diese Frage gibt Erhard Dörr, Leiter des Projektmanagements: „Wir sind effektiver als der freie Markt und schaffen es, die Themen mit weniger Stunden ins Ziel zu bringen. Das hat erst vor kurzem eine Erweiterung unserer Beauftragung beim h-tron Projekt von Audi bestätigt. Der Schlüssel ist unsere Kompetenz bei den technischen Fragen: Wie gelingt es, einen großen Wasserstofftank ins Auto zu integrieren? Wie gestalte ich mitunter eine komplette Bodengruppe neu? Wie wirkt sich das dann auf das Crashverhalten aus? Und so weiter.“ Das Fahrzeug muss also in der Summe funktionieren. Erhard: „Damit das gelingt, haben wir genau die richtigen Leute an den richtigen Stellen, die sich ständig untereinander austauschen. So bringen wir unsere Projekte termin- und kostengerecht mit der perfekten Qualität ins Ziel.“

... und wie fahren wir in 20 Jahren?

Bei so viel Innovationskraft bleibt die Frage zu klären, welches Tempo bei der Integration der alternativen Antriebe die Gesellschaft – sagen wir einmal hier in Deutschland – eigentlich mitgehen kann. René's Ausblick: „Wir werden sehr lange mit einem Antriebs-Mix leben. Aber in 20 Jahren wird es aus vielen Gründen viel weniger Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor geben. Allein schon wegen des CO2-Ausstoßes. Die Welt wird elektrisch fahren – also mit Batterie und Brennstoffzelle. Aber bis dahin ist es noch ein weiter Weg.“

Die Ampeln stehen noch auf Gelb

Was den Brennstoffzellenantrieb angeht, sind die Rahmenbedingungen derzeit noch schwierig, denn es fehlt eine flächendeckende Tankinfrastruktur – derzeit gibt es in Deutschland rund 100 Tankstellen für Wasserstoff und wenn der gebürtige Holländer René van Doorn sich mit einem wasserstoffbetriebenen Auto zum Urlaub nach Italien aufmachen wollte, dann würden ihm die wenigen Tankstellen auf dem Weg sicherlich Kopfzerbrechen bereiten. Ein Grund mehr für ihn, gemeinsam mit seinem Team dranzubleiben und damit den Brennstoffzellenantrieb auf die Straße zu bringen.

EINE FRAGE DES **PULSES**



» Die Auslösezeiten der Systeme müssen perfekt aufeinander abgestimmt sein, um den Insassen den bestmöglichen Schutz zu bieten. «

Christian Stöcklein,
Leiter PSW-Abteilung Gurte/Insassenschutz



Passive Fahrzeugsicherheit beim Audi e-tron

Die aktiven Sicherheitssysteme, zum Beispiel Kameras und Ultraschallsensoren, sind bei den heutigen Fahrzeugen auf dem höchsten Standard. Sollte es trotzdem zu einem unvermeidbaren Unfall kommen, geht es um Sekundenbruchteile: „Wenn die Sicherheitselektronik einen Crash meldet, müssen die passiven Systeme, also Gurtstraffer und Airbags, innerhalb von wenigen Millisekunden auslösen“, erklärt Christian Stöcklein, Leiter der PSW-Abteilung Gurte/Insassenschutz. „Die Systeme müssen perfekt aufeinander abgestimmt sein, um den Insassen den bestmöglichen Schutz zu bieten.“

Entwicklung und virtuelle Absicherung

In der praktischen Umsetzung haben hier die Kollegen Kai Jenoch aus der PSW-Abteilung Entwicklung Rückhaltesysteme/Airbags und sein Kollege Valentin Berruoco aus der Berechnung/Simulation den Kunden Audi bei der Entwicklung der passiven Sicherheitssysteme des Audi e-tron unterstützt. Ihre Aufgabe bestand darin, dass sie zusammen mit weiteren PSW-Kollegen aus der Gurt- und Airbagentwicklung in Abstimmung mit den Audi-Fachabteilungen einerseits die entsprechenden Komponenten entwickelt haben. Andererseits lag es in ihrer Verantwortung, das perfekte Zusammenspiel der Komponenten im Gesamtsystem zu gewährleisten. Zudem haben sie gemeinsam die Systeme durch virtuelle Simu-

lationsmethoden abgesichert. Es war das erste Mal für die PSW-Experten, dass sie die passiven Sicherheitssysteme eines Elektrofahrzeugs ausgelegt haben. Aber was ist der Unterschied zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor?

Elektrofahrzeug vs. konventioneller Antrieb

„Es ist eine Frage des Pulses“, sagt Kai, der sich während des Gesprächs oftmals ganz in seinem Fachvokabular verliert und damit bei seinem Gegenüber Stirnrunzeln verursacht. Man merkt, dass er mit Leidenschaft dabei ist, wenn er begeistert über sein Thema spricht. Er erklärt geduldig: „Bei einem Fahrzeug mit konventionellen Antrieb bietet der Motor eine Pufferzone. Im Falle eines Frontalcrashes, faltet sich die Front nach und nach zusammen, wobei der Motor einen Widerstand bietet, um Geschwindigkeit abzubauen. Der Puls, also die Verzögerung, ist entsprechend groß. Elektrofahrzeuge haben natürlich keinen vergleichbaren Motor, sodass sich je nach Auslegung des Vorderwagens die Front schneller zusammenfaltet. Dadurch ist der Puls geringer.“ Doch sobald die vom Crash deformierte Struktur auf das Gesamtbatteriegehäuse trifft, steigt die Verzögerung sprunghaft an, weil die Batterie so geschützt ist, dass sie nicht deformieren kann. „Der Wechsel von geringer zu großer Verzögerung stellte uns bei der Auslegung der passiven Sicherheitssysteme vor neue Herausforderungen“, sagt Kai.



Der Fahrzeuginnenraum des Audi e-tron

AUDI E-TRON



Perfektes Zusammenspiel

Die optimale Auslegung der Systeme gelang den Experten, indem sie bestimmte Informationen nutzten, um Gurtstraffer und Airbags intelligent auszulösen. Diese Informationen erhalten sie zum einen durch die kapazitive Sitzerkennung, die Aufschluss darüber gibt, ob der Sitzplatz überhaupt besetzt ist. Zum anderen kann eine Schaltervorrichtung im Sitz abschätzen, wie groß und wie schwer der Insasse ist.

Basierend auf diesen Informationen und unter Berücksichtigung des Deformationsverhaltens eines Elektrofahrzeugs, stimmten Kai und Valentin die Auslösezeiten von Gurtstraffern und Airbags aufeinander ab. „Das Zusammenspiel der beiden Systeme muss perfekt miteinander harmonisieren. In der ersten Zündschwelle lösen zuerst die Gurtstraffer und kurz darauf die erste Airbagstufe aus. Manche Airbags verfügen noch über weitere Stufen“, so Kai. Außerdem müssen die Airbags je nach den Maßen der Insassen entsprechend weicher oder härter sein, um den jeweils bestmöglichen Schutz zu bieten. Der Airbag bei einer kleinen Frau muss zum Beispiel weicher sein, als bei einem großen Mann.

Eine weitere Herausforderung waren die unterschiedlichen gesetzlichen Rahmenbedingungen. Bei der Auslegung mussten Kai und Valentin sicherstellen, dass ganz spezifische Richtwerte eingehalten werden. Zum Beispiel dürfen auch manche Körperregionen nur begrenzte Kräfte wirken, was in Kilonewton angegeben wird. Diese Richtwerte variieren von Markt zu Markt, was die Ingenieure bei der Entwicklung berücksichtigen mussten.

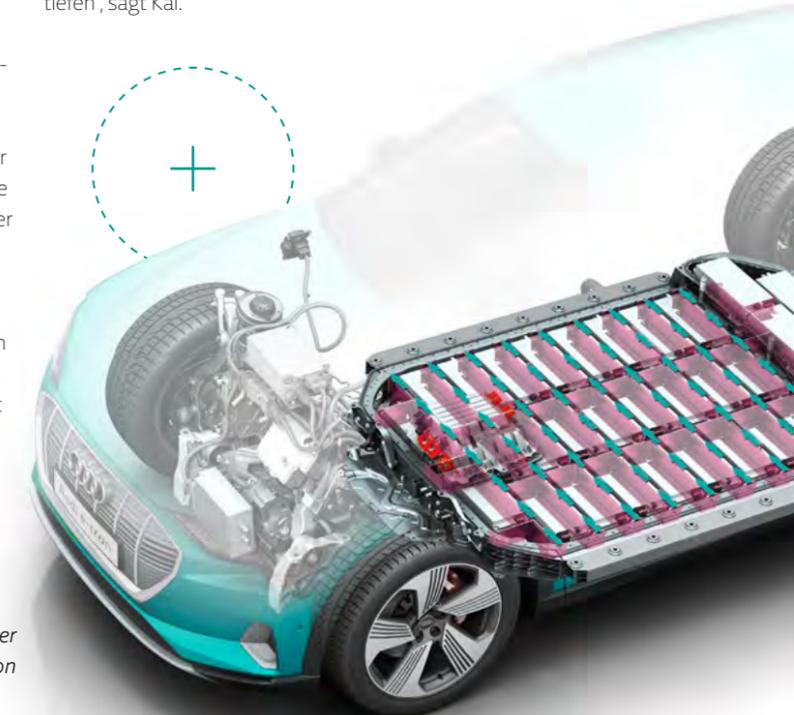
Die „Abschlussprüfung“: der Euro NCAP

Anfang dieses Jahres haben Kai und Valentin zusammen mit ihrem Kollegen aus der Strukturentwicklung Markus Kemmler mit dem Audi e-tron ihre „Abschlussprüfung“ abgelegt: In Abstimmung mit Audi waren sie drei Tage bei der Bundesanstalt für Straßenwesen, um die Testprozedur des Euro NCAP für den Audi e-tron zu begleiten.

»Der e-tron hat die volle fünf Sterne Wertung erzielt. Die Tests haben auch gezeigt, dass der Beinschutz wirklich herausragend ist. Bei der Auslegung haben wir darauf geachtet, dass der Fußraum über viele gedämpfte Bereiche verfügt, was das Fahrzeug besonders sicher macht.«

Kai Jenoch, PSW-Abteilung Entwicklung Rückhaltesysteme/Airbags

Die Erfahrungen, die das PSW-Team beim Audi e-tron gemacht hat, bildet die Basis für die Mitentwicklung von passiven Sicherheitssystemen bei weiteren Elektrofahrzeugen. „Die Mobilität der Zukunft wird elektrisch sein. Es ist wichtig, dass wir mit solchen Projekten unser bereits schon sehr umfangreiches Know-how weiter vertiefen“, sagt Kai.



Integrierte Crashstruktur der Lithium-Ionen-Batterie beim Audi e-tron



MIT VIRTUELLER TECHNOLOGIEABSICHERUNG ZUR PROTOTYPENFREIEN AUTOMOBILENTWICKLUNG

Wie bei PSW Karosserie- und Fertigungs-simulationen den Weg zur vollständig digitalen Fahrzeugentwicklung bereiten.

Wir alle kennen das Bild:

Ein mit unzähligen Sensoren ausgestatteter Fahrzeugprototyp fährt spektakulär frontal gegen eine Wand. Die Knautschzone wird ihrem Namen mehr als gerecht und die Puppen am Steuer machen unsanft Bekanntschaft mit dem Airbag. Das Geschehen läuft in Superzeitlupe ab, als Zuschauer können wir die Geschwindigkeit des Autos nur erahnen. Der Laie sieht einen spektakulären Crash – der Fahrzeugingenieur eine riesige Menge an immens wertvollen Daten: Wie verhalten sich einzelne Bauteile? Welche Kräfte wirken auf welche Komponentenverbindungen? Erreichen die Transformationen ein kritisches Niveau? Egal, wo auf der Welt: Ohne Tests dieser Art kommt heutzutage kein Fahrzeug auf die Straße. Recht so – denn hierbei geht es vorrangig um die Sicherheit der Insassen. Doch so aufschlussreich es für Konstrukteure, Entwickler und Fahrgastsicherheitsexperten auch ist, Autos kontrolliert zu crashen, so teuer sind die Maßnahmen für den Automobilhersteller. Jeder Crash verursacht Kosten in Millionenhöhe.

Ein vielversprechender Weg, diese Aufwände drastisch zu reduzieren, ist die virtuelle Technologieabsicherung: Ingenieure wie Nijaz Dizdarevic simulieren den gesamten Vorgang am Computer. Diese Digitalisierungsmaßnahme senkt nicht nur die Kosten drastisch, sondern beschleunigt auch den Entwicklungsprozess enorm!

Die Vielfalt virtueller Crashtests

Nijaz ist bei PSW verantwortlich für die virtuelle Technologieabsicherung der gesamten Karosserieauslegung. Was aber bedeutet „virtuelle Technologieabsicherung“ genau? Sitzt Nijaz den ganzen Tag vorm Bildschirm und fährt 3D-Modelle von Fahrzeugen gegen Polygon-Wände? Wie in einem Computerspiel? Nicht ganz. Vielmehr prüft Nijaz jeden erdenklichen Lastfall für jedes einzelne Karosserie-Bauteil virtuell ab. Lastfälle sind dabei alle möglichen Szenarien, die später im Verkehrsalltag in irgendeiner Form auf die Fahrzeugkarosserie einwirken könnten. Es geht also keineswegs nur um sicherheitsrelevante



Extreme wie etwa einem Frontalaufprall – ein Lastfall kann auch ganz einfach lauten: „Tür zuschlagen“. Selbst so vermeintlich simple Handgriffe können beispielsweise die Karosseriedichtung oder auch die Tür selbst messbar beeinträchtigen. Im nächsten Lastfall stellt Nijaz sicher, dass die Autoscheinwerfer nicht zittern, wenn das Fahrzeug zügig über Kopfsteinpflaster fährt. Und so weiter.

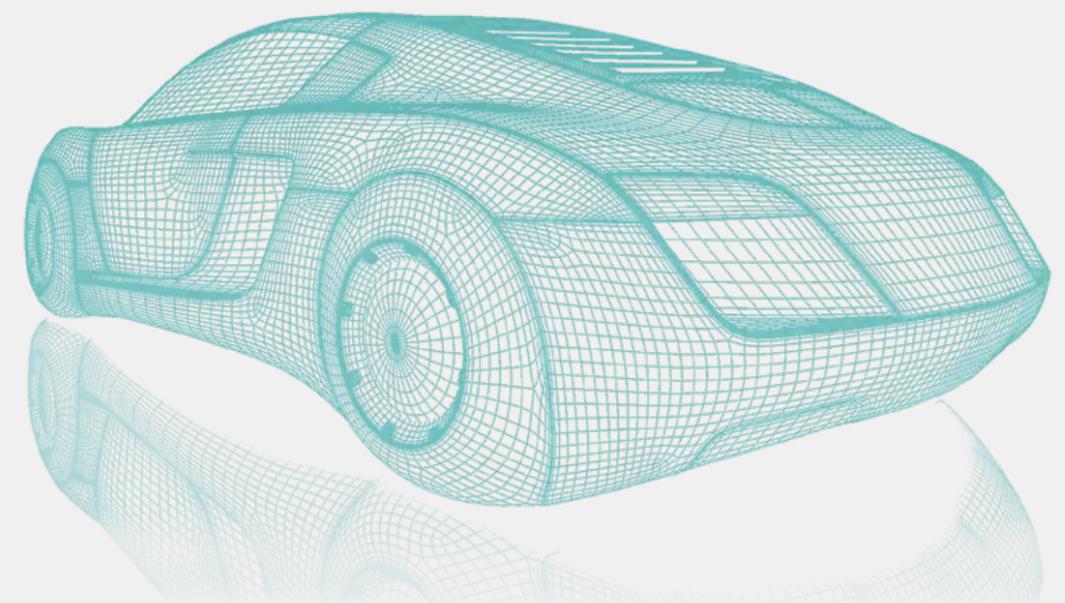
Eine Frage der Produzierbarkeit

Die virtuelle Absicherung zählt einerseits auf die Fahrzeugsicherheit ein und andererseits auf die Produzierbarkeit – dabei gilt es herauszufinden, auf welchem Wege virtuell entwickelte Bauteile später tatsächlich wie geplant produziert werden können. Das ist das Spezialgebiet von Alexander Kindsvater – der als Experte für Fertigungs- und Wärmeverzugssimulationen Anfang des Jahres zu Nijaz' Team gestoßen ist. Bei der Herstellung von Fahrzeugbauteilen werden Teile oft mit Druck, Hitze oder chemischen Verfahren geformt und verbunden. Das hat natürlich einen Einfluss auf das Material an sich und wie es sich später bei einem Lastfall verhält. Vor allem aber bei der Beschichtung im KTL-Tauchbad („Kathodische Tauchlackierung“) muss die Realitätstauglichkeit neu entworfener Karosserieteile auf eine harte Probe gestellt werden. Damit nicht genug: Wann immer sich in der Planung ein Bauteil verändert,

prüft Alexander von Neuem, ob das eventuell Konsequenzen für die verwendeten Werkstoffe oder die Anlagen hat. Er selbst beschreibt seine Aufgabe bei PSW so:

»Wir sind wie in einer Küche – und wir versuchen, die Zutaten richtig einzuteilen, sodass am Ende das Ergebnis herauskommt, das wir uns vorstellen.«

Nur weil Alexander und Nijaz aber die Zutatenliste und Rezept kennen, heißt das noch lange nicht, dass der Kuchen am Ende auch so aussieht, wie auf den Bildern im Kochbuch. Läuft beim süßen Backwerk irgendetwas nicht wie erwartet, lassen sich kleinere Problemstellen am Ende einfach mit Schokoguss kaschieren – derartige Ungenauigkeiten leistet sich bei der Automobilentwicklung freilich niemand: „Unser Ziel ist es, rein virtuell alle möglichen Problemstellen vorab zu identifizieren und zu eliminieren“, fasst Nijaz zusammen, „und das auf jedem Schritt von Entwurf über Produktion bis Funktionsauslegung.“ PSW bildet also die gesamte Prozesskette virtuell ab – und legt damit den Grundstein für eine hoffentlich bald komplett prototypenfreie Entwicklung.



Gemeinsam mehr erreichen

Enge Zusammenarbeit ist der Schlüssel für den ganzheitlichen Ansatz von PSW: Während Alexander Alltags sich stets um die Frage dreht, wie sich ein neu entworfenes Bauteil bestmöglich produzieren lässt, bewertet Nijaz fortlaufend die Funktionalität der geplanten Komponenten. Die beiden Teilgebiete Produktion und Funktionsauslegung ergänzen sich ausgezeichnet – wobei sich zahlreiche Schnittstellen zu anderen PSW-Abteilungen ergeben: Eine Karosserie muss beispielsweise auch aerodynamischen Gesichtspunkten (mehr dazu im Artikel auf Seite 30) gerecht werden und Design spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle. Da außerdem für virtuelle Crash-Simulationen immer vollständige Fahrzeugmodelle benötigt werden, sind auch die verantwortlichen Kollegen für Anbauteile und Fahrzeugsicherheit regelmäßig mit im Boot. Der gemeinsame Nenner bei allen Tätigkeiten: Kleinste Änderungen – beispielsweise an Funktionsauslegung oder Fertigungsparametern – wirken sich stets auf das große Ganze aus. Deshalb betrachten Nijaz und Alexander alle Bauteile sowohl einzeln als auch zusammen in Bauteilgruppen sowie im Kontext der gesamten Fahrzeugkarosserie. Es ist für sie also nur logisch und konsequent, jedes noch so kleine Detail sorgfältig virtuell abzusichern. Mit echter Hardware würde das um ein Vielfaches länger dauern, mit ihren Computersimulationen ist das eine Sache von Stunden bis Tagen.

Quantensprung durch Quantencomputer?

In Fahrzeugsimulationen wirklich alles vom Werkstoff über die Materialverbindung und Lackierung bis hin zu den einzelnen Fertigungsschritten einzubeziehen, ist ein relativ neuer Ansatz. PSW leistet hier echte Pionierarbeit. So akribisch Alexander und Nijaz dabei auch vorgehen, die Limitierungen der aktuellen Computergeneration sind für sie ein Nadelöhr. Logisch, denn je mehr Details berücksichtigt werden, desto aufwendiger werden ihre physikalischen Berechnungen: Einen Frontalaufprall mit einem voll ausgebauten virtuellen Prototyp zu simulieren, braucht selbst im Hochleistungsrechen-Cluster der Audi AG leicht zwei Tage Rechenzeit. Für viele ihrer Aufgaben behelfen sich die Spezialisten deshalb mit Abstraktion: Statt alle Parameter jeder einzelnen Schraube detailgetreu abzubilden, versehen sie manche Komponenten nur mit einigen wesentlichen Grundeigenschaften. Alexander hat dafür einen anschaulichen Vergleich: „Würden wir die Flugphysik eines Verkehrsflugzeugs simulieren, so würde es ja auch keine Rolle spielen, ob gerade Kaffee serviert wird oder nicht.“

Die Abwägung aus Detailgrad und Ergebnisgenauigkeit erfordert Fingerspitzengefühl, vielleicht aber nicht mehr lange: Die nahe Zukunft könnte beispielsweise mit Quantencomputern die Simulationsgenauigkeit auf ein ganz neues Level hieven. Doch egal, wie detailgetreu die Berechnungen auch sind – Luft für Verbesserungen gibt es immer.



Durch den Einsatz virtueller Entwicklungsmethoden spart PSW den Kunden Zeit und Geld.

In der Validierungsphase vergleichen Alexander und Nijaz ihre simulierten Ergebnisse mit denen gesetzlich geforderter Prototyp-Tests, um jede noch so geringe Abweichung zu identifizieren:

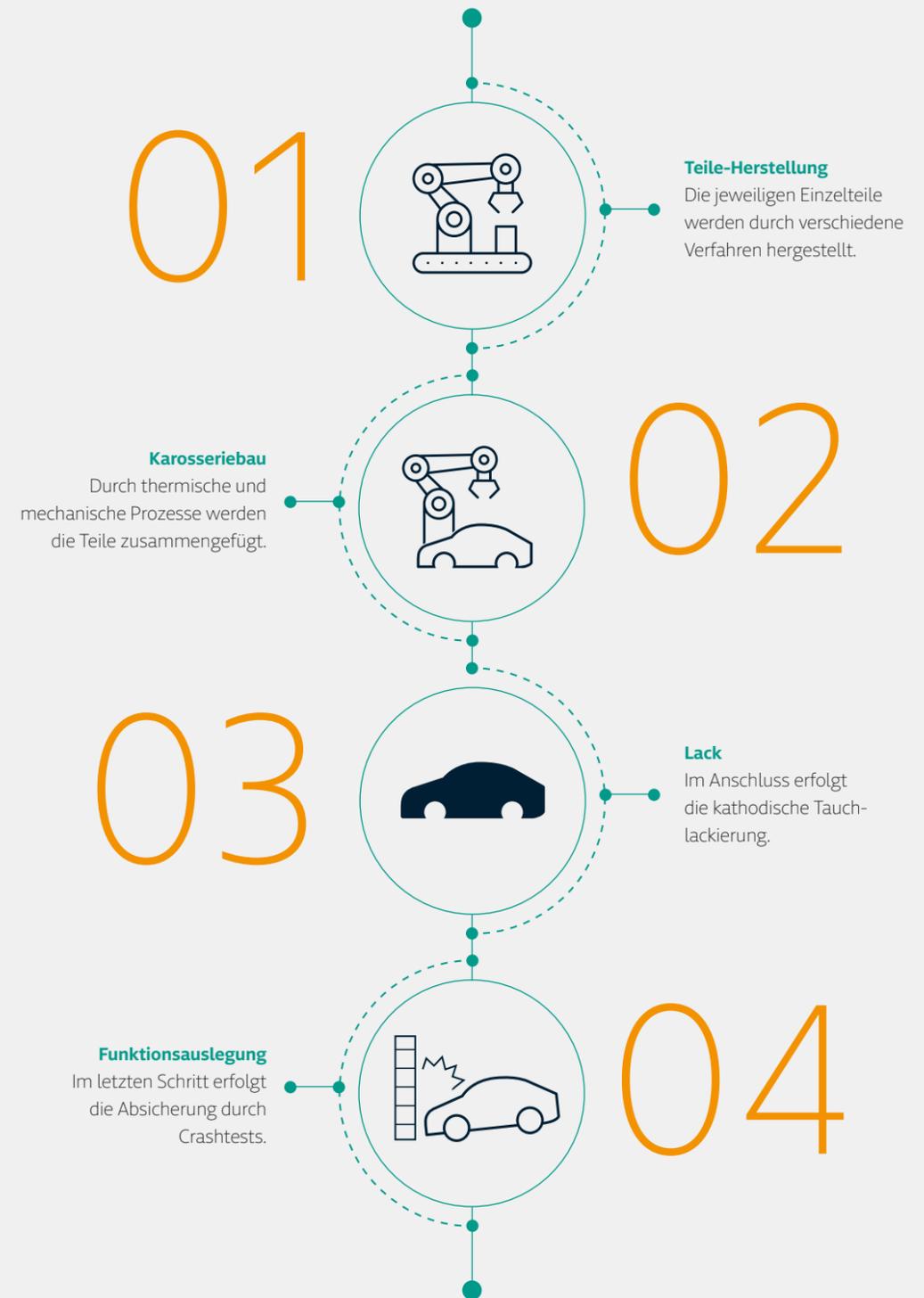
»Diese Erkenntnisse sind die Grundlage für uns, um unsere Modelle, Simulationen und Methoden stetig zu verbessern.«

Günstiger, schneller, einfacher

Ob Alexander und Nijaz' Abteilung nur einzelne Bauteile oder wie beispielsweise im Fall des Audi A5 Sportback ganze Fahrzeughüte entwickelt – für ihre Kunden liegen die Vorteile klar auf der Hand: Die Simulationen sparen ihnen Zeit und Geld. Außerdem reduziert virtuelle Technologieabsicherung die Komplexität: Durch einfache Veränderungen der Simulationsparameter lassen sich Tests problemlos an regionale Vorschriften internationaler Zielmärkte anpassen. Ein mit echten Prototypen unverhältnismäßiger Aufwand.

Mit einem erfahrenen Team wie dem von PSW holen sich Automobilbauer unschätzbare Fachwissen ins Haus, das sie auf dem Weg zur komplett prototypenfreien Entwicklung einige große Schritte nach vorne bringt. Im Idealfall bleiben nach Nijaz' und Alexander Arbeit nur noch die vom Gesetz vorgeschriebenen Lastfälle übrig, die schlussendlich anhand echter Fahrzeuge durchgetestet werden müssen. In der Regel bestätigt sich dort dann noch einmal, was die PSW-Simulationsexperten lange vorher schon virtuell abgesichert haben.

Durch modernste Simulationsmethoden bildet PSW die Einflüsse folgender Prozesskette auf die Materialeigenschaften bis hin zur Funktionsauslegung virtuell ab:





Reichweite ist eine der wichtigsten Kennzahlen von Elektroautos. Anders als bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor wirkt sich der Luftwiderstand eines E-Autos viel unmittelbarer auf seine Reichweite aus als beispielsweise das Gewicht: Jedes Tausendstel, das ein Hersteller am c_w -Wert – das Maß für den Strömungswiderstand eines Körpers – einspart, ist gleichbedeutend mit 800 Metern zusätzlicher Reichweite.

Aerodynamiker wie Dr. Kentaro Zens drücken die Ersparnis mit dem Batterie-Äquivalent gerne auch direkt in Euro aus: Jeder gewonnene Meter lässt sich unmittelbar in die Kosten umrechnen, die in eine größere Batterie investiert werden müssten, um dieselbe Reichweitensteigerung zu erreichen. Natürlich könnte

Kentaro auch auf konventionellem Weg mehr Windschlüpfrigkeit aus einem Auto herauskitzeln. Dafür bräuchte er lediglich Modelle, Prototypen und ungefähr 1.000 Stunden Zeit im Windkanal. Oder aber sein Team und er greifen auf moderne Open-Source-Software und die Leistungsfähigkeit von 25.000 Audi-Rechenkernen zurück, und reduzieren damit die teure Testzeit mit echter Hardware auf wenige Hundert Stunden.

Strömungsmessung am Computer

„Wir rechnen die Strömung sozusagen rückwärts“, erklärt Kentaro das Vorgehen bei der prototypenfreien Aerodynamikentwicklung. „Wie würde der c_w -Wert sinken, wenn ich die Luft anders strömen lassen würde?“ – ausgehend von dieser Frage lassen sich die

PSW-Aerodynamiker vom Computer eine Art virtuelle Landkarte der Fahrzeugoberfläche erstellen, die ihnen genau aufzeigt, wo und wie die Karosserie verformt werden muss, um die gewünschte Strömung mit möglichst wenigen Ablösungen zu erreichen.

Millimeter für Millimeter arbeitet sich das Team dann am Auto entlang: Während viele Details der Fahrzeugfront durch das Markendesign und verwendete Standardteile bereits vorgegeben sind, bietet beispielsweise der Kühler großes Potenzial für aerodynamische Verbesserungen. Beim Verbrenner strömt die Luft diffus durch den Motorraum. Das bremst. Beim Elektrofahrzeug hingegen ist die Luftdurchführung strikt mit Kanälen vorgegeben, was sich sehr vorteilhaft auf den Luftwiderstand auswirkt. Der

grundsätzlich geringere Kühlbedarf eines Elektroantriebs erlaubt es außerdem, den Lufteinlass zeitweise komplett zu verschließen: Klappen im Kühler können jegliches Einströmen von Luft verhindern und verbessern den Luftwiderstand des Fahrzeugs um bis zu zehn Prozent.

Kentaro und sein Team optimieren außerdem die Fahrzeugform und vor allem die Details wie Außenspiegel und Räder bis hin zu Spoilern und Rückleuchten. Nicht einmal die Fahrzeugunterseite ist vor den Aerodynamik-Spezialisten sicher: Ohne die Zerklüftungen eines Verbrennungsmotors liegt das E-Fahrzeug mit seinem nahezu glatten Unterboden sehr viel schnittiger in der Strömung.

Jede Ecke, jede Kante, jeder Millimeter eines Fahrzeugs kann sich auf die Aerodynamik auswirken und wird deshalb untersucht, hinterfragt und gegebenenfalls umgestaltet. Dabei muss Kentaro jede einzelne Modifikation immer im Gesamtkontext betrachten. Da sind schnell mal 200 Arbeitsstunden investiert, um beispielsweise die Beeinträchtigungen des cw-Werts durch den Außenspiegel von acht auf sechs Tausendstel zu verbessern. Es ist ein interessantes Knobelenspiel mit vielen Variablen, das die PSW-Strömungsexperten Tag für Tag aufs Neue lösen. Weil Kentaros Arbeit viele weitere Teilbereiche der Fahrzeugentwicklung streift, ist seine Abteilung freilich auch intern bei PSW ausgezeichnet vernetzt: An Heckspoilern tüfteln die Aerodynamiker beispielsweise im Team mit Konzeptentwicklern und Kinematikexperten. Über Stoßfänger fachsimpeln sie gemeinsam mit Karoseriespezialisten. Für das optimale Ergebnis ist diese bereichsübergreifende Zusammenarbeit fast genauso wichtig wie das große Fachwissen, die immense Erfahrung und nicht zuletzt das Hochleistungsrechen-Cluster von Audi.

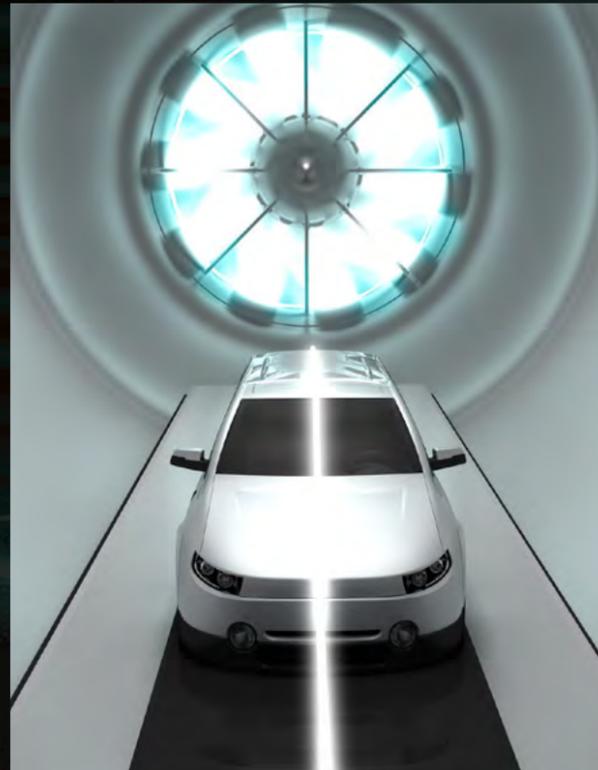
Komplexe Aufgaben, quelloffene Software

Der wohl größte Vorteil, aerodynamische Messungen auf Basis von Simulationen statt wie sonst üblich mit Prototypen oder Modellen im Maßstab 1:4 durchzuführen: Kentaro kann seine Arbeit bereits in einer sehr frühen Designphase aufnehmen. Alles, was er braucht, ist ein 3-D-Modell des Fahrzeugs, das er mit seinen Kollegen in 100 Millionen kleine Volumen-Würfelchen zerlegt, bevor die Open-Source-Software OpenFOAM an jedem Knotenpunkt Strömungsgleichungen berechnet. Früher hat allein die Datenaufbereitung dafür zwei Wochen gedauert – ein immenser Zeitaufwand, der bei jeder Modelliteration aufs Neue anfiel. Mit zunehmender Erfahrung und sehr viel Automatisierung konnten Kentaro und sein Team die benötigte Zeit um mehr als zwei Drittel senken. Der dynamische Entwicklungsprozess ermöglicht eng getaktete Überarbeitungsschleifen und spart den PSW-Kunden am Ende ein weiteres Mal viel Zeit und Geld.

Wohin die Reise geht

Anhand der Entwicklung eines kommenden Elektrospornwagens hat PSW seine Kompetenzen in der prototypen-

freien Aerodynamikentwicklung stark ausgebaut. Die Zwischenergebnisse und Prognosen sind derart vielversprechend, dass bei Kentaro und seinen Kollegen bereits fleißig an der Zukunft gearbeitet wird: Künftig wird wahrscheinlich auch die Aeroakustik eines Fahrzeugs – also die Geräuschentwicklung durch Fahrtwind – mit Computerunterstützung simuliert und optimiert. Ein hochgradig komplexes Thema, zu dem Sie im Infokasten „Viel Aufwand um wenig Geräusch – so komplex ist Aeroakustik“ weitere Details erfahren. Auch die Veränderung der Simulationsparameter vom Standard-Testfall „Wind kommt direkt von vorne“ hin zum auf der Straße sehr viel realistischeren „Wind kommt von der Seite oder von schräg vorne“ wird aktuell bei PSW genauestens beleuchtet.



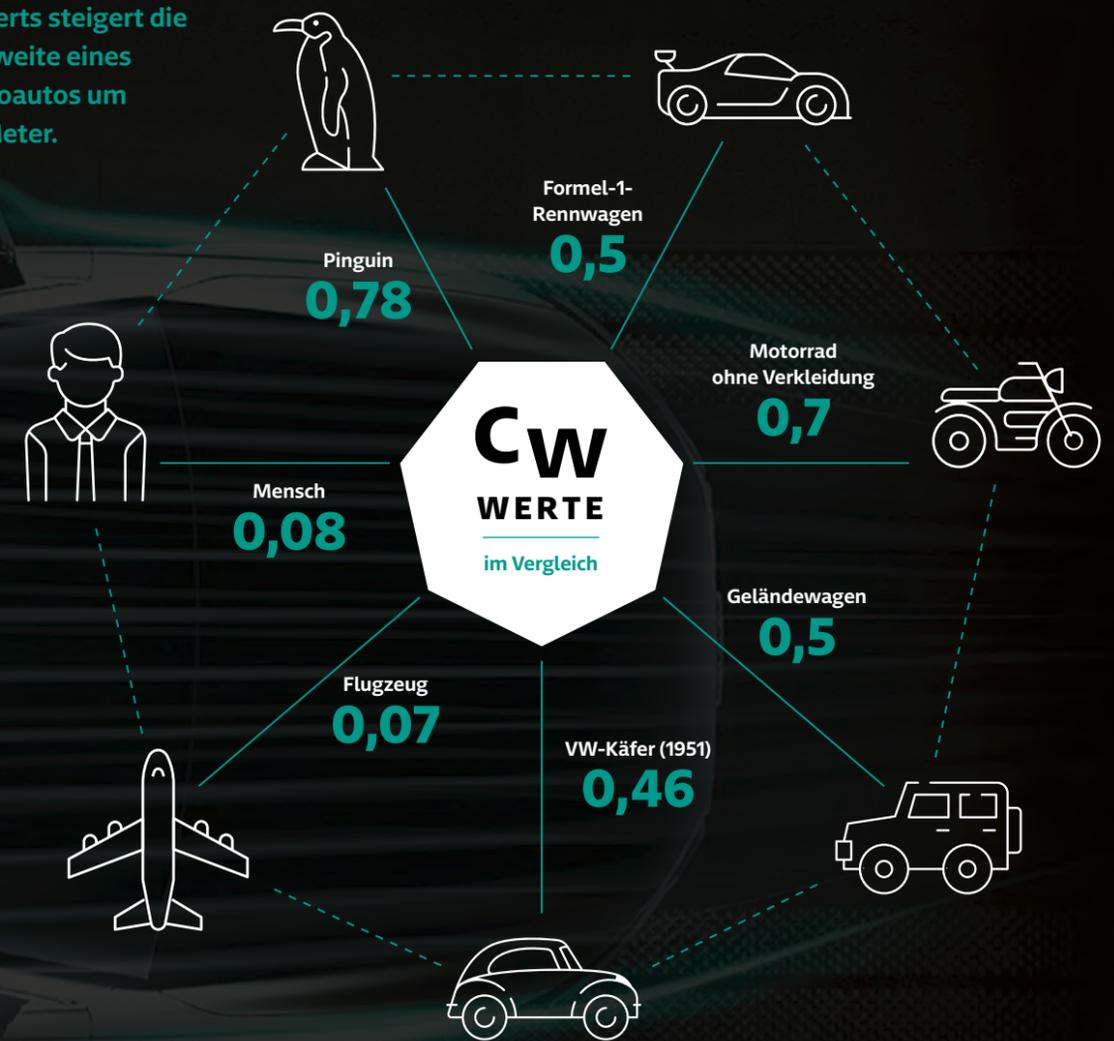
Durch die prototypenfreie Aerodynamikentwicklung reduziert PSW aufwendige Tests im Windkanal.

Deep Learning und neuronale Netze könnten in der Fahrzeugentwicklung von morgen ebenfalls eine große Rolle spielen – auch wenn Kentaro vor der Gefahr warnt, dass ein vom Computer aerodynamisch optimiertes Fahrzeug optisch womöglich stark an Charakter einbüßt. Das Aussehen eines Fahrzeugs darf nicht um jeden Preis seiner Aerodynamik geopfert werden. Aus diesem Grund arbeitet die PSW-Aerodynamikabteilung Hand in Hand mit den Designern: Nicht nur einmal saß Kentaro in der Vergangenheit schon mit einem Heckleuchtengestalter im Windkanal und schloß mit ihm so lange an der perfekten Strömungsabrisskante, bis alle Beteiligten sowohl in optischer als auch in strömungsmechanischer Hinsicht zufrieden waren.

Mehr als nur heiße Luft

Wer sich mit Dr. Zens unterhält, spürt schnell, wie sehr er für sein Thema und die Abwechslung brennt, die prototypenfreie Aerodynamikentwicklung in seinen beruflichen Alltag bringt. So wird er wohl auch in Zukunft viel Zeit mit Designern über die perfekte Linie fachsimpeln und den PSW-Kunden begeistert von den Vorzügen der aerodynamischen Reichweitensteigerung vorschwärmen. Die kostet am Ende dann zwar doch auch Zeit und Geld – nur dank der fortschrittlichen Simulationen von Kentaros Abteilung eben deutlich weniger als bisher.

Ein um 0,001 kleinerer cw-Werts steigert die Reichweite eines Elektroautos um 800 Meter.



» Jedes Auto braucht eine Karosserie – und wer die aerodynamisch optimiert, bekommt Reichweite quasi zum Nulltarif! «

Dr. Kentaro Zens, Entwicklung Thermomanagement/ Klimatisierung/Aerodynamik

Viel Lärm um wenig Geräusch – das komplexe Feld der Aeroakustik

Aeroakustik ist die Geräuschentwicklung durch ein Fahrzeug im Fahrtwind. Für die Insassen sollte selbst bei hohen Geschwindigkeiten möglichst wenig Pfeifen oder Rauschen zu hören sein. Dabei kann schon die kleinste Luftverwirbelung in einer Kettenreaktion Schall im Wellenlängenbereich von mehreren Metern nach sich ziehen.

Um diese Herausforderung zu lösen, wird in der Fahrzeugentwicklung typischerweise allein die Hälfte der Zeit im Windkanal auf aeroakustische Optimierungen verwendet. Umso wichtiger werden in Zukunft Aeroakustik-Simulationen am Computer – das jedoch ist im Vergleich zur Aerodynamik ein sehr viel komplexeres Themengebiet, das etwa vier- bis fünfmal so viel Rechenleistung benötigt.

AUF DER GRÜNEN WELLE

7 Uhr morgens in der Münchener Innenstadt: Dicht an Dicht drängen sich die Autos und nur zäh rollen die Fahrzeuge über den Asphalt. Ich stecke mitten in der morgendlichen Rush Hour fest. Die Ampel schaltet wieder auf Grün. Langsam geht es voran. Ich gebe Gas, weil ich die grüne Welle mitnehmen möchte. Weiter vorne rückt eine Ampel in mein Sichtfeld, die mittlerweile schon länger grün ist – zu lange. Ich beschleunige etwas mehr, um die Grünphase noch mitzunehmen. Dann schaltet die Ampel plötzlich auf Gelb und schließlich auf Rot. Ich muss etwas schärfer bremsen und halte an.



Entspannt ankommen



Diese Situation wird sicherlich einigen bekannt vorkommen. Manchmal klappt es mit der grünen Welle, manchmal nicht. Wer vorher wüsste, wann eine Ampel auf Rot oder Grün schaltet, würde viel entspannter und auch effizienter zum Ziel kommen. Diese Technologie entwickelt Audi mit seiner Tochter AEV und der Unterstützung von PSW: Ampelinfo online.

Time-to-Green

Die erste verfügbare Funktion heißt „Time-to-Green“. Der Fahrer sieht im Audi virtual cockpit oder Head-up-Display, ob er im Rahmen der erlaubten Geschwindigkeit die nächste grüne Ampel erreicht. Ist das nicht der Fall, zählt ein Countdown die Zeit bis zu nächsten Grünphase – der Fahrer kann frühzeitig den Fuß vom Gas nehmen. Pilotprojekte in Europa haben gezeigt, dass Autofahrer dank der Information über die Ampelschaltung vorausschauender unterwegs sind, was den Verkehrsfluss insgesamt positiv beeinflusst und den Verbrauch reduziert.

Modulentwicklung

Die Experten von PSW unterstützen Audi und AEV bei der Entwicklung von Ampelinfo online, indem sie ihre Kompetenzen in der Modulentwicklung und Funktionsabsicherung einbringen. Einer dieser Experten ist Dr. Christian Steen. Seit 2011 ist er in das Projekt involviert und hat die Anfänge in den USA miterlebt: „Bei der CES 2014 in Las Vegas haben Audi und AEV die Technologie das erste Mal gezeigt“, erzählt der Softwareentwickler. „Bevor die Messe gestartet ist, war ich mit dem AEV-Projektleiter vor Ort und gemeinsam haben wir die Fahrzeuge für die Messe vorbereitet. Die Präsentation war ein voller Erfolg und Las Vegas wurde dann auch die erste Stadt, in der Ampelinfo online zum Einsatz kam.“

»Bei aktivierter Routenführung muss das Modul eine Prognose treffen.«

Dr. Christian Steen

Christian ist bei PSW für die Modulentwicklung verantwortlich. Er schreibt das Programm, das dem Fahrer im Display die notwendigen Informationen anzeigt: Welche Ampel ist für den Fahrer relevant? Wie lange dauert die Grünphase noch? Welche Geschwindigkeit ist notwendig, damit der Fahrer die grüne Ampel überqueren kann?

In einem ersten Schritt entwickelte Christian über mehrere Monate hinweg die verschiedenen Algorithmen des Moduls. Eine große Herausforderung dabei war die Tatsache, dass es viele Kreuzungsvarianten

gibt und jede davon muss der Algorithmus abbilden können. „Wenn der Fahrer auf eine einfache Kreuzung zufährt und nach links blinkt, ist es klar, dass ihm die Linksabbiegerampel angezeigt wird“, sagt Christian. „Aber es gibt auch kompliziertere Varianten, zum Beispiel eine Doppelkreuzung. Hierbei muss das Modul eine Prognose treffen, welche der Linksabbiegerampeln für den Fahrer relevant sind. Das ist bei der Entwicklung eine komplexe Aufgabe.“

Um den Fahrer mit diesen Informationen versorgen zu können, implementiert Christian verschiedene Schnittstellen im Modul. Über eine Schnittstelle bekommt das Modul die Daten des Fahrzeugsystems, zum Beispiel die Fahrzeugposition oder die Geschwindigkeit. Zudem verfügt das Modul über eine weitere Schnittstelle zum Internet, um die aktuellen Ampelschaltungen abzufragen. Auf Basis dieser Daten berechnet der Algorithmus schließlich die angezeigten Informationen.

Prognosequalität sicherstellen

Tobias Zimmermann gehört ebenfalls zum PSW-Team, das bei der Entwicklung von Ampelinfo online mitwirkt. Der studierte Elektrotechniker ist seit Oktober vergangenen Jahres bei PSW und kümmert sich um die Funktionsabsicherung. „In den USA interagieren viele Tausend Ampeln mit der Technologie“, sagt er. „Im Schnitt hat jede Ampel ungefähr 40 bis 50 Überfahrten am Tag. Da kommen schnell große Datenmengen zusammen, die wir auswerten müssen, um die Prognosequalität sicherzustellen.“

Das bedeutet in dem Fall, dass Tobias überprüft, ob die Prognosen, die Ampelinfo online trifft, mit der tatsächlichen Ampelschaltung übereinstimmen. Für die Analyse arbeitet Tobias mit den GPS-Positionen der

Fahrzeuge, den Überquerungszeitpunkten und der getroffenen Prognose der Ampelschaltung. Damit die Datenauswertung möglichst schnell und effizient geschieht, wertet das System, mit dem Tobias arbeitet, die Daten anhand von vorher gesetzten Kriterien aus. Zudem arbeiten er und seine Kollegen daran, die Auswertung noch weiter zu automatisieren.

»Wenn die Technologie flächendeckend ausgerollt ist, haben wir einen wichtigen Schritt zum autonomen Fahren gemacht.«

Tobias Zimmermann

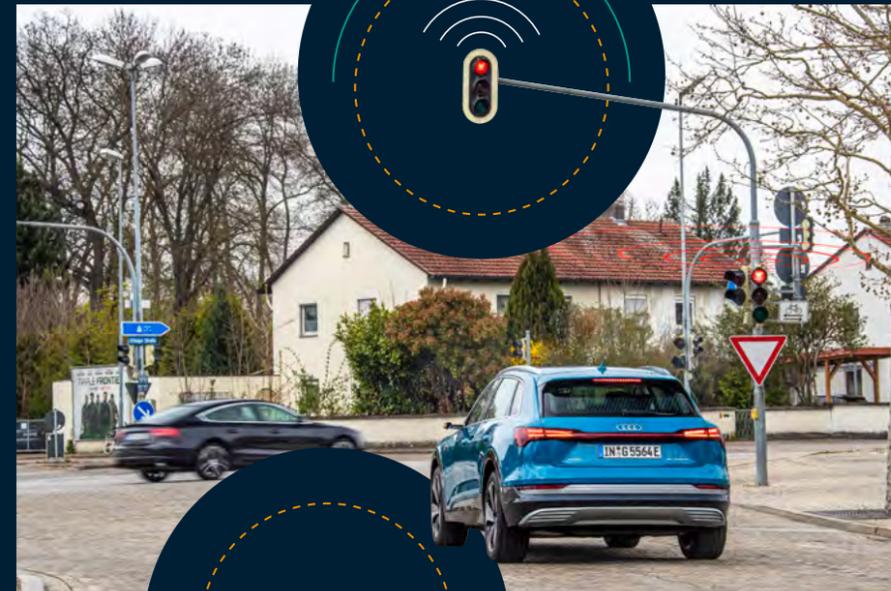
„Ich freue mich, einen Beitrag zur Entwicklung von Ampelinfo online zu leisten“, sagt Tobias. „Wenn die Technologie flächendeckend ausgerollt ist, haben wir einen wichtigen Schritt zum autonomen Fahren gemacht.“

Serieneinsatz in den USA

In den USA befindet sich Ampelinfo online schon im Serieneinsatz. Die städtischen Verkehrsmanagement-Zentralen übermitteln die Ampeldaten an den Projektpartner Traffic Technology Systems (TTS). Hier werden die Daten aufbereitet und in Echtzeit an den Bordcomputer im Audi geschickt. In Europa will Audi die Technologie ebenfalls einführen. Flächendeckend fehlt es in Europa allerdings an einheitlichen Datenstandards und digitaler Infrastruktur. Sobald die bereitgestellten Daten vereinheitlicht sind, wird Ampelinfo online auch in Europa erhältlich sein.



Im Cockpit wird dem Fahrer die notwendige Geschwindigkeit angezeigt, um die grüne Welle mitzunehmen.



36
Sekunden



Kreative Prozesse
& Methoden
weiterentwickeln

Visionen
& Ideen

Gemeinsam
Challenges &
Nachjustieren

Innovationen
schaffen

Innovation @ PSW

Mit Kreativität und Ideenreichtum gestalten wir gemeinsam mit unseren Kunden die Mobilität der Zukunft - und darum geht's:

- | | |
|------------------------------|---|
| <i>Innovationsinkubator</i> | <i>Mobilitätskonzepte</i> |
| <i>Tech-Scouting</i> | <i>Nachhaltigkeit</i> |
| <i>Innovationsmanagement</i> | <i>Neues Fahrerlebnis</i> |
| <i>Vorentwicklung</i> | <i>Alternative Entwicklungsmethoden</i> |

VORAUSS _GEDACHT



Innovationsprojekt

_OMEGA ONE

Der Megatrend „Urbanisierung“ beeinflusst die Mobilität von Morgen wesentlich. Im Zuge dieser Thematik entstand bei PSW während eines Praktikums ein urbanes Last-Mile-Konzept als Teil eines vielseitigen Mobilitätsangebots. Der Grundgedanke: Die teuren Komponenten wie Akku und Antrieb sollen modular sowie abnehmbar und auf andere Mobilitätskonzepte übertragbar sein.



In Pedro Oliveiras Job ist es wichtig, der Zeit immer etwas voraus zu sein, die Nase immer ein Stück weiter vorn zu haben als Andere. Und auch wenn das paradox klingt, nimmt er sich mit seinem Team sogar mehr Zeit als Andere, um genau das zu schaffen.

Als zentraler Treiber ist seine Abteilung unter anderem für das Innovationsmanagement bei PSW verantwortlich und Pedro lernte hier von Anfang an querzudenken: „Ich habe viele Jahre in der Serienentwicklung gearbeitet und musste meine Synapsen erstmal umschalten, um mein kreatives Potential zu aktivieren.“ Heute weiß er genau, dass gute Ideen nicht im Routinebetrieb entstehen ...

Innovation entsteht durch Interaktion

„Wir brauchen Freiräume in der Art und Weise, wie wir zusammenarbeiten“. Dazu gehören neben Zeit und Raum auch die passenden Methoden wie Design Thinking, agiles Arbeiten und Working Out Loud. Wer Methoden wie diese nutzt, dem geht es darum, viele kluge Köpfe am eigenen Tun teilhaben zu lassen, damit alle gemeinsam immer besser werden. Denn Innovationen entstehen nicht im stillen Kämmerlein. Bei PSW finden sich zur Kreativarbeit meist drei bis fünf Kollegen aus unterschiedlichen Disziplinen zusammen – beispielsweise Leute aus dem Versuch, aus dem Projektmanagement, aus der Vorentwicklung. Diese gemischten Teams arbeiten losgelöst von klassischen Strukturen und konzentrieren sich zunächst ganz auf die Entwicklung von neuen Projekten, die noch keinen konkreten Fahrzeugbezug haben.

Kontakt zu Innovation Hubs und Visionären

„Wir verstehen uns als Impulsgeber für neue Technologien und bieten eine Plattform, sich erst einmal mit frischen Ideen und Konzepten auseinanderzusetzen. Am Anfang geht es nur um die Neuheit des Einfalls. Im zweiten Schritt überlegen wir, wie und wo eine gute Idee zum Einsatz kommen kann und wie wir die Produkte unserer Kunden damit verbessern“, erklärt Pedro.

Heute geht es vor allem darum, nachhaltige Ideen zu generieren, die über das klassische Automobil hinausgehen. Die Gedanken sind frei – als Leitlinie dient nur die eine Überschrift: Wie sieht die Mobilität der Zukunft aus? Und bei der Suche nach Antworten hilft den PSW-Innovatoren der Austausch mit Innovation Hubs, Visionären und Start-ups, die sich zum Beispiel mit urbanen Infrastrukturen beschäftigen.

Ideen für die letzte Meile

Fakt ist: Die Mobilität insgesamt wandelt sich vom Ownership- zu Sharing-Modellen. Oder anders gesagt: Menschen werden in Zukunft viel weniger Fahrzeuge besitzen, sich aber weiterhin mit einem oder mehreren Vehikeln fortbewegen. Die Frage ist: Wie funktioniert ein cleverer Fortbewegungsapparat ... sagen wir im Jahr 2030? „Wir werden Busse, Bahnen, Scooter und E-Bikes nahtlos mixen. Die Fortbewegung der Zukunft ist intermodal. Und das autonome Fahren gehört mit zu dieser Mischung. Darum arbeiten wir heute einerseits an neuen Funktionen rund um das Fahrerlebnis wie etwa Innovationen für den Fahrzeuginnenraum und an den dazu passenden Applikationen. Außerdem beschäftigen wir uns mit neuartigen Konzepten, die eine durchgängige Mobilität in Städten nachhaltiger gestalten soll“, erklärt Pedro. „Derzeit entwickeln wir zum Beispiel ein urbanes Mobilitätskonzept mit revolutionären Ideen. Aber dazu kann ich im Moment noch nicht mehr verraten.“

IMPRESSUM

Herausgeber

PSW automotive engineering GmbH
85080 Gaimersheim

Verantwortlich für den Inhalt

Silvio Schindler, Vorsitzender
der Geschäftsführung, PSW-G

Projektleitung

Alexander Stiehle, PSW-G4

Redaktion

Alexander Stiehle, PSW-G4
Jürgen Krauß, freier Redakteur
Andrea Lutz, freie Redakteurin

Konzept, Design und Realisierung

PSW-G4,
nuts communication GmbH