

Feasibility-Labor“ – erste Vorstellung neuer Ansätze zur Optimierung der Designumsetzung im Automobilbau

Knut Lender

Intro

„Die besten Marken in allen Klassen“ - die AutoBild- Leserumfrage 2019 kürt Audi als großen Gesamtsieger. (Quelle: AutoBild 2019 / <http://www.auto-bild.de>)

Sieben ihrer zehn ersten Plätze erreichten die Ingolstädter vier Ringe in der Qualitäts- Wertung. Einen weiteren ersten Platz räumt Audi für das Design ab. „Bei den wichtigsten Kaufkriterien, Qualität, Design und Preis/Leistung, macht Audi nach Meinung unserer Leser derzeit den besten Job“ so AutoBild. Mit diesem Erfolg knüpft die AUDI AG nahtlos an das hervorragende Ergebnis der AutoBild- Leserumfrage des Jahres 2018 an.

Premium- Automobile zu entwickeln, gehört zu den erklärten Unternehmenszielen der AUDI AG. Doch ein herausragendes Design und höchste Qualität in Serie zu bringen – wie funktioniert das eigentlich?

Der Anspruch Premium- Automobile zu entwickeln, bedeutet für die AUDI AG unter anderem, bereits in der Phase der technischen Entwicklung bei Qualität und Design deutliche Schwerpunkte zu setzen. Jedes Fahrzeug der Marke Audi soll für „Vorsprung durch Technik“ stehen. Dieser Vorsprung wird unter anderem durch eine stark auf die Zukunft orientierte Entwicklung und deren konsequente Umsetzung, im Design und der Technik, erreicht. Auch nach fast 50 Jahren ist dieser Werbeslogan ein Unternehmensziel, an dem viele Mitarbeiter täglich arbeiten.

Wie die AutoBild- Leserumfrage des Jahres 2019 einmal mehr gezeigt hat, begeistert das Design der Audi Premium- Automobile viele Menschen und ist

einer der Gründe dafür, dass Audi als Gesamtsieger der „die besten Marken in allen Klassen“- Umfrage hervorging.

Eine Besonderheit des Audi- Designprozesses ist es, dass die Ideen des Designs von einem Design- Feasibilityteam bis in die Serienumsetzung aktiv begleitet werden. Dies ist einer von vielen Erfolgs- Bausteinen, welche eine hohe Design- Qualität an neuen Fahrzeuggeneration garantieren.

In der Umsetzung und Ausarbeitung von Designentwürfen in der Konstruktion sind oft Änderungen am ursprünglichen Design nötig – hier gibt es im Entwicklungsprozess Risiken. Aber gleichzeitig birgt die Auskonstruktion auch Chancen: Wird dieser (nachfolgende) Prozess vom Entwicklungsbereich Design aktiv begleitet, können gemeinsam Lösungen gefunden werden, die ein perfekt abgestimmtes Zusammenspiel von Design und Technik beinhalten.

Dieses Zusammenspiel wird am fertigen Produkt durch den Kunden oft auch direkt als Qualität oder hohe Wertigkeit wahrgenommen.

Der Prozess von einer Designidee bis hin zum fertigen Serienfahrzeug ist sehr komplex. Ganz am Anfang eines jeden Fahrzeugprojektes stehen unzählige Sketches und manuelle Computer- Renderings, welche die Design-Ideen veranschaulichen sollen. Während des weiteren Entwurfsprozesses werden neben den 2D- Sketches auch CAD- Oberflächenmodelle und physische Modelle eingesetzt. Die physischen Modelle sind in dieser Phase aus einem Kunst- Ton gefertigt, der sich leicht modellieren lässt. In diese sogenannten Clay- Modelle werden oft CAD- Entwurfsdaten gefräst und händisch nachmodelliert. Es gibt auch die Möglichkeit, händisch nach Skizzen oder Tapes frei zu modellieren. In beiden Fällen ermöglichen die Clay- Modelle eine Formfindung im Modell, die weder kompliziert, noch sehr zeitintensiv ist. Während dieses Formfindungs- Prozesses werden immer wieder andere Fachabteilungen mit einbezogen, um technische Konzepte und Dimensionierungen zu integrieren.

Im Zuge des sogenannten Designentscheids wird aus mehreren Entwürfen ein Entwurf ausgewählt, welcher in der weiteren Serienentwicklung umgesetzt werden soll. Während bis zum Meilenstein Designentscheid (DE) der Konzept- und Designprozess im Mittelpunkt stand, so ist nun die Strakonstruktion Prozesseigner des folgenden Prozesses der Class-A-Oberflächen-

entwicklung und damit auch der zentrale Punkt der jetzt folgenden Entwicklungsphase. Unter Zusammenarbeit aller technischen Bereiche, wie zum Beispiel der Aerodynamik, der Karosserieentwicklung, der Ergonomie und vieler anderer Fachbereiche, fließen Design und Technik in einem zentralen CAD-Modell immer weiter zusammen.

Die Schnittstelle zum Betrachter eines Fahrzeugs sind alle Sichtoberflächen. Welche hohe Qualität diese Oberflächen haben können, wird an jedem Audi sehr deutlich:



Abbildung 1: Audi A5 / Quelle: Audi- MediaCenter / <https://www.audi-mediacycenter.com>

Die kundenrelevanten Oberflächen von Interieur und Exterieur werden bereits in der frühen Phase der Produktentwicklung gezielt entwickelt und definiert, da sie als sogenannte Class-A-Oberflächen einen technischen und gleichzeitig auch einen hohen formal-ästhetischen Anspruch aufweisen. Die meisten Sichtoberflächen an einem Fahrzeugexterieur sind hochkomplexe Freiformgeometrien.

Während des Strakprozesses werden schrittweise alle genannten technischen Randbedingungen, aber auch z.B. gesetzliche Vorschriften und ökonomische Aspekte, mit der Designidee vereint. Dabei wird abwechselnd in einem sich wiederholenden Schleifenprozess mit virtuellen und physischen Modellen gearbeitet.

Mit dem physischen Datenkontrollmodell (DKM) endet der Strakprozess und alle kundenrelevanten Sichtoberflächen sind nun funktional und ästhetisch definiert. Das DKM wird in den entsprechenden Gremien bestätigt und in Bezug auf seine Oberflächen final abgenommen. Alle sichtbaren Oberflächen sind nun fortan für die gesamte Weiterentwicklung bis zum Endprodukt festgelegt.

Während der Zusammenführung der Designidee mit allen technischen Bedingungen verändert sich das designte Modell geometrisch. Die ursprüngliche Designidee in der Serienumsetzung trotzdem möglichst unverfälscht zu transportieren, ist Aufgabe des Feasibility-Designers. Eine weitere Aufgabe ist es, formale Fehler auszuschließen. Die Premium- Designqualität eines Audis beinhaltet immer perfekte Fahrzeugoberflächen. Das Team des Feasibility-Designs ist auf diese Design-Serienumsetzung spezialisiert. (Credo: „Design in Serie bringen“)

Mitarbeiter dieses Bereiches sind oft „Quereinsteiger“, die mit Berufserfahrungen aus der Strak- Entwicklung, dem Werkzeugbau oder aus dem Modellbau in diesen Bereich kommen. Durch langjährige Praxis haben sie ein gutes Auge für kleinste Fehler und ein formalästhetisches Designempfinden. Damit finden sie nicht nur Flächen- und Formfehler, sondern sind auch in der Lage, konkrete Lösungen zu den gefundenen Problemen zu erarbeiten.

Die Arbeitsprozesse dieser Phase der Designentwicklung beinhalten heute viele digitale Komponenten, aber um größtmögliche Sicherheit über das tatsächliche Erscheinungsbild eines neuen Fahrzeugs zu erlangen, greift man - nach wie vor – auf physische Modelle zurück.

Die handwerkliche Erstellung physischer Modelle ist mit hohen Kosten (Material- & Arbeitsaufwand) verbunden und ihr Aufbau benötigt, gerade wenn man an die hochwertigen 1:1- Modelle denkt, oft viel Zeit. Deswegen gibt es viele Bestrebungen, immer mehr die teuren und in ihrer Erstellung zeitinten-

siven physischen Modelle, durch digitale Modelle zu ersetzen. Die permanente Optimierung der eigenen Arbeitsweisen ist unbedingt nötig, um wirtschaftlich und effizient arbeiten zu können, sie birgt aber auch Probleme: Modelle sind immer Abbildungen der Realität und haben grundsätzlich spezielle Modelleigenschaften - haben einen bestimmten Modellcharakter. So kann die Arbeit mit physischen und digitalen Modellen Vor- und Nachteile in der gestalterischen Arbeit mit sich bringen: Physische Modelle sind zum Beispiel nur an einem Ort verfügbar. Denkt man an internationale Designprojekte, kann dies ein sehr gravierender Nachteil sein. Eine Schwäche des Einsatzes digitaler Modelle im Design kann es sein, dass man sie nicht direkt anfassen kann. Auch kann der Designer bei seiner Arbeit mit einem virtuellen Modell relativ schlecht die tatsächliche Größe seines Gestaltungs- Objektes erfassen. Für den Formgestalter ist es so zum Beispiel sehr schwer, Bombierungen (Wölbungen) von Freiformflächen zu designen und gezielt mit ihnen zu arbeiten, denn diese sind auch von der Objektgröße abhängig.

Will man in der Gestaltung keine Abstriche machen, sollte der Ersatz physischer durch digitale Modelle also nur dann erfolgen, wenn keine Nachteile oder Einschränkungen für den Entwurfsprozess, für die Präsentationen in der Designphase oder auch die Designqualität zu erwarten sind. Auch in der späten Designphase – der Seriedesignumsetzung (oder auch Feasibility-Phase) – gelten die Vor- und Nachteile physischer und virtueller Modelle gleichermaßen.

Review

Ein im Jahr 2016 vom Audi- Design vorgestelltes Forschungsthema bezieht sich auf die Bewertung und Gestaltung von Class-A-Freiformflächen im Feasibility- Designprozess von Fahrzeugexterieuren in virtuellen und physischen Arbeitsumgebungen.

Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde ein repräsentativer Querschnitt von Audi-Fahrzeugprojekten des Fahrzeugexterieurs ab dem Jahr 2010 analysiert.

In einer Voruntersuchung standen hier anfangs ausschließlich die offensichtlichen Unterschiede in der Bewertung der Modellstände in virtuellen und physischen Arbeitsumgebungen im Fokus. Dabei konnte auf umfangreiches

Untersuchungsmaterial zurückgegriffen werden. Dieses Material beinhaltete zum einen die Feasibility- Bewertungen der virtuellen Strakstände in einer virtuellen Arbeitsumgebung und zum anderen die Bewertung des jeweils identischen Entwicklungsstandes in Form eines physischen Modells.

In allen Fahrzeugprojekten lag offensichtlich eine Diskrepanz in der Beurteilung identischer Modellstände zwischen der virtuellen und der physischen Arbeitsumgebung vor.

Das digitale Modell konnte im Entwicklungsprozess in Hinblick auf das physische Endprodukt „Fahrzeug“ noch nicht das leisten, was das physische Modell zu leisten vermochte. Das physische Modell kam dem Erscheinungsbild des späteren Fahrzeugs offensichtlich näher und gab deswegen eine größere Sicherheit in der Bewertung einer Neuentwicklung.

Durch immer bessere Software, neue technologische Möglichkeiten, bessere Bildschirmdarstellungen und gänzlich neue VR-Möglichkeiten konnten die Wahrnehmungsunterschiede zwischen physischen und virtuellen Modellen verringert, aber - Prinzip bedingt - nicht gänzlich auflöst werden.

Es stellte sich die Frage, ob es alternative Ansätze aus dem Design heraus gibt, welche diese Diskrepanz kleiner werden lassen, um letztendlich eine größere Sicherheit in der späten Designphase zu erlangen.

Speziell im täglichen Arbeitsprozess der Seriendesignentwicklung brauchte man Lösungen, die tragfähig und praktikabel sind, denn die Untersuchungen zeigten, dass - den jetzigen technologischen Stand vorausgesetzt – möglicherweise rund ein Viertel aller formalen Fehler nicht abgestellt werden könnten, falls der künftige Feasibility-Prozess ohne (teure und zeitaufwendige) physische Modelle auskommen müsste.

Wie könnte man die hohe formale Qualität der Audi- Fahrzeugen ohne oder mit verringerten Einsatz physischer Modelle in der Feasibility- Phase halten?

Ein Ziel der Bearbeitung war es, die Unschärfe in der Bewertung zu verkleinern und damit mehr Sicherheit in dieser Entwicklungsphase zu erlangen.

Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigten auch die schon im Vorfeld vermuteten Aspekte, die in den unterschiedlichen Modelleigenschaften – virtuell vs. physisch - begründet sind. Es konnten diesbezüglich erste Lösungsansätze („formale Referenzlösungen“ / siehe auch eee 2016) aufgezeigt werden.

Es zeigte sich inhaltlich anhand der Arbeitspunkte aber auch, dass diese oft komplexe Ursachen haben und nicht nur in der bereits untersuchten Thematik begründet sind. Oft können die Arbeitspunkte Problemen im Entwicklungsprozess, dem Faktor Mensch (Kommunikation), der Class-A-Thematik und weiteren Aspekten zugeordnet werden.

In mehreren weiterführenden Untersuchungen, die neben der inhaltlichen Erweiterung der Voruntersuchung auch eine Erweiterung auf aktuelle Projekte beinhaltete, konnten entsprechende Problemkreise lokalisiert und zugeordnet werden.

Für eine Weiterbearbeitung aus dem Designbereich heraus erwies sich der Problemkreis, der mit hochkomplexen Freiformen und Class-A-Oberflächen - ihrer Bewertung und ihrer Gestaltung - verbunden ist, als besonders interessant.

Vorstellung neuer Ansätze auf der eee 2016

Im Ausblick des eee-Beitrags des Jahres 2016 „Feasibility Design – Herausforderungen und alternative Modellierkonzepte - Ergebnisdarstellung der Voruntersuchung & Ausblick“ wurde eine gänzlich neue thematische Entwicklungsrichtung angedeutet, welche zum damaligen Zeitpunkt so neu war, dass sie noch keinen konkreten Arbeitstitel hatte.

Zwischenzeitlich sind unter der Überschrift „Feasibility- Labor“ Ansätze und Aktivitäten zusammengefasst worden, die es lohnen, hier vorgestellt zu werden.

Inhaltlich ist dieses „Feasibility- Labor“ in die Serienumsetzung von Designentwicklungen eingebettet und schließt sich an die seinerzeit vorgestellten Inhalte lückenlos an.

Wie schon beschrieben, ist die Bewertung von komplexen Freiformflächen in virtuellen und physischen Arbeitsumgebungen Teil der täglichen Arbeit aller eigenverantwortlich in den Projekten tätigen Feasibility- Designer.

Auch um in diesem Prozess unterschiedliche Erfahrungen der Feasibility- Designer im Hinblick auf die verschiedenen verwendeten Modelltypen ausgleichen zu können, werden die Meilensteinstände der Einzelprojekte im Team bewertet. Dieses Mehraugenprinzip optimiert den Arbeitsprozess und reduziert die Fehlerhäufigkeit in der Bewertung.

Es zeigte sich, dass Feasibility- Designer, die sehr oft den Abgleich zwischen physischen Modellen und virtuellen Arbeitsumgebungen hatten, auch eine größere Sicherheit in der Beurteilung von Design- Geometrien im Wechsel dieser Medien haben. Die Fehler die zwischen der Beurteilung des virtuellen Modells und der Beurteilung des physischen Modells auftreten, sind bei diesen erfahrenen Personen kleiner.

Offensichtlich ist es die Berufserfahrung, welche den Unterschied ausmacht.

Gerade die fachliche Expertise von Kollegen, die zuvor in der Strakerstellung tätig waren und so in der in der virtuellen Welt gearbeitet, das Produkt aber im Arbeitsprozess immer wieder auch physisch erlebt hatten, erwies sich als sehr treffsicher.

Diese Experten auf dem Gebiet von Class-A-Geometrien hatten oft tausendfach den Abgleich gleicher Projektstände virtuell vs. physisch und konnten so neue und unbekannte geometrische Situationen besser einschätzen. Sie sind auch eher fähig, nur anhand virtueller Modelle Lösungen für Freiformoberflächen zu entwickeln.

Wenn es so ist, dass dieser Abgleich also „lernbar“ ist, muss es das Ziel sein, entsprechende Erfahrungen auszubauen.

Hieraus wurde die Idee geboren, immer wiederkehrende Situationen virtuell und physisch erlebbar – greifbar - zu machen.

In Expertenrunden wurden Feasibility- Erfahrungswerte zusammengefasst und Standardsituationen, die immer wieder problemartig im Arbeitsprozess auftreten, extrahiert.

Entsprechende geometrische Situationen wurden gemeinsam ausgearbeitet und zunächst in Skizzenform festgehalten:

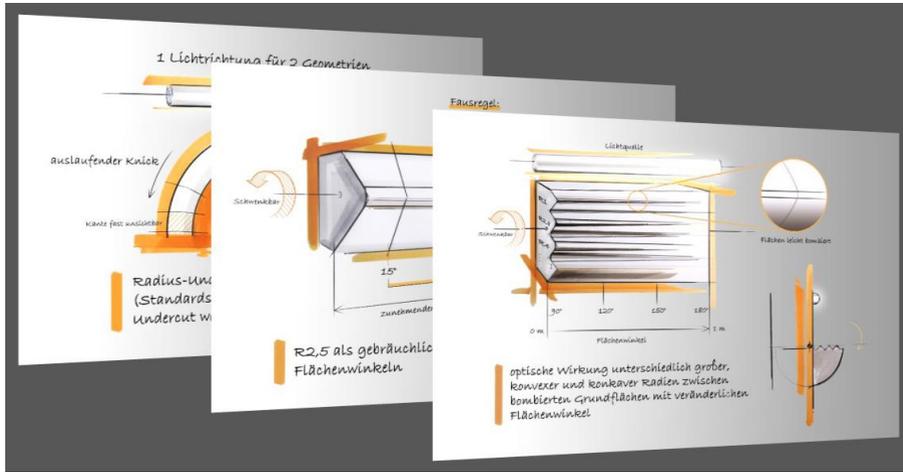


Abbildung 2: Skizzen / Quelle: Audi-Feasibility-Design 2019

Grundidee war zunächst nur, die so gesicherte Berufserfahrung aufzubereiten und für alle Teammitglieder zugänglich zu machen.

Während der Ausarbeitung im Feasibility-Team und in der Diskussion mit anderen Fachbereichen zeigten sich weitere - weitreichende - Vorteile der Bearbeitung dieser Thematik: Es würde beispielsweise möglich sein, spezielle Modelle oder auch Modellschleifen in den Einzelprojekten einzusparen und durch einstellbare physische Modelle formaler Standartsituationen zu ersetzen. Zum Beispiel ist ein Schindelungsmodell für Über- oder Unterstände von Bauteilen angedacht, an dem Schindelungen physisch ausprobiert, festgelegt und auf die konkrete Situation eines Fahrzeugprojektes als CAD-Startwert übertragen werden können.

Des Weiteren sind physische Mustermodele angedacht, die eine Referenz für den Design- Entwurfsprozess in Virtueller Realität bilden können. Das Entwurfs- Design könnte hier aus dem Feasibility-Design heraus in der frühen Phase unterstützt werden.

In Gesprächen wurden Fragen, wie die nachfolgend exemplarisch genannten, (unvollständiger Ausschnitt aus Interviews) aufgeworfen:

- Was bedeutet es für den Entwurfsdesigner (und seinen Entwurf), wenn der Werkzeugbau mit ihm „Vorzugskonturen“ festlegen will? Welchen Einfluss hat das auf das Design?
- Was bedeutet es für den Entwurfsdesigner (und seinen Entwurf), wenn auf der Tornadolinie (Key- Line auf der Fahrzeugseite) zum Beispiel statt eines Radius 4 mm nur ein Radius 8 mm darstellbar ist? Ist das gut oder schlecht? – „Torpediert“ es den Entwurf?
- Was bedeutet es für den Entwurfsdesigner (und seinen Entwurf), wenn der Werkzeugbau an allen großen Blechflächen eine Mindestbombierung (zum Beispiel von einem Radius = 9000 mm) fordert? Was für Bombierungen (Wölbungen) hat das jetzige Design und wie wird das Design nach Einbringen der Forderung aussehen?
- Was ist eigentlich der Unterschied zwischen einer Verrundung mit und ohne Anlauf?
- Wie sieht ein 50% Anlauf-Radius aus? Wie wird dieser am Auto aussehen?
- Was bedeutet es für ein Kunststoffteil, wenn 10% Mindestbombierung gefordert werden, um Einfallstellen am Bauteil zu vermeiden? Wo und wie wird sich das Bauteil verändern?
- Wie wird sich ein Kühlergrill ändern müssen, wenn beispielsweise wegen einer neuen genarbtten Oberfläche statt 3 Grad 7 Grad Entformung nötig werden?
-

Entsprechende physische Mustermodelle könnten diese Unsicherheiten und Fragen klären. Mit ihnen wäre es möglich, die Diskrepanz zwischen den physischen und den digitalen Modellen besser abzuschätzen und Schleifenprozesse drastisch reduzieren. Eine höhere formale Fehlerfreiheit könnte so auch in den frühen Entwurfsphasen erreicht werden.

Status

Input und Ideen wurden bislang unter dem Begriff „Feasibility-Labor“ zusammengefasst. Der Begriff „Labor“ wurde gewählt, weil in der Technischen Entwicklung der AUDI AG viele Bereiche als „Labor“ bezeichnet werden, in denen

virtuell entwickelte Komponenten physisch – praktisch – geprüft werden. (z.B. Fahrzeugsitze im „Sitz-Labor“)

Die Vielschichtigkeit der Möglichkeiten des „Feasibility- Labors“ übertrifft den ursprünglichen Gedanken, Berufserfahrung „greifbar“ zu machen, bei weitem. Es erfolgte eine thematische Gliederung in Exterieur- und Interieur- Themen und hier eine weitere Untersetzung in Bereiche wie „Technologie“, „Serienteile“ oder auch „formale Themen“.

Die zunächst als „Lernstationen“ angedachten Modelle sind einer Idee gewichen, thematische „Module“ zu entwickeln, welche wie ein Ausstellungsbereich in unmittelbarer Nähe zu den Arbeitsplätzen des Feasibility- Teams angeordnet sind. Diese „Module“ könnten auf „Modul- Träger“ montiert sein, die eine Erweiterbarkeit und Flexibilität des Labors garantieren.

Erste Visualisierungen zeigen die mögliche Umsetzung des Labors im Designgebäude:



Abbildung 3: Visualisierung Feasibilitylabor / Quelle: Audi-**Feasibility-Design** 2019

Die Ästhetik passt sich dabei dem Design- Gebäude und an die Corporate-Identity von Audi an.

Aus der Fülle an Informationen, Anforderungen und Ideen wurden in Expertenrunden erste Themenfelder für eine konkrete Bearbeitung ausgewählt und als „Labor- Aufbauten“ entwickelt.

Nachfolgend beispielhaft ein erstes physisches Modell zur Bestückung eines Modulträgers:



Abbildung 4: Radienmodell / Quelle: Audi-**Feasibility**-Design 2019

Ausblick

An Inhalten und Umsetzung des „Feasibility- Labors“ wird derzeit intensiv gearbeitet. Es ist ein völlig neues Thema, welches im Rahmen eines Vortrags auf der eee 2019 vom Ansatz und Hintergrund her, seiner geplanten Umsetzung und auch anhand eines konkreten Beispiels exemplarisch vorgestellt werden soll.

Literaturverzeichnis

- Apitz, Frank. 2016: „Entwicklung formaler Referenzlösungen für den Design-Feasibility-Prozess der Audi AG“. Unterlagen zur Diplomarbeit TU Dresden. Ingolstadt: AUDI AG, 2016
- AUDI AG 2019: Audi MediaCenter, Ingolstadt: AUDI AG, 2019
- AutoBild: Axel Springer Auto Verlag GmbH Hamburg, 2019
- Hirschberger, T. 2019: Das sind Deutschlands beste Automarken. In: Auto Bild, 54-63
- Lender, K. 2015: Vortrag Konzernfeasibilityforum: „Feasibilityarbeit am Beispiel des neuen A8“. Ingolstadt: Audi AG, 2015
- TU Dresden / AUDI AG 2014: INI.TUD-Vertrag zur Wissenschaftskooperation. Ingolstadt: AUDI AG, 2014
- Völkel, Marvin. 2014: „Beurteilung von Class-A-Freifformflächen aus gestalterischer Sicht“. Diplomarbeit TU Dresden. Ingolstadt: AUDI AG, 2014

Kontakt

Dipl.-Ing. Knut Lender
 AUDI AG
 D-85045 Ingolstadt
knut.lender@audi.de
www.audi.com

