



TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen
Institut für Geodäsie, GIS und Land Management
Lehrstuhl für Geodäsie

Qualitätsansprüche bezüglich des äußeren Erscheinungsbildes von Automobilen der Premiumklasse

Muammer Özkul

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Magel

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Wunderlich
2. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Stilla

Die Dissertation wurde am 22.04.2009 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen am 13.05.2009 angenommen.

Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als Doktorand und Mitarbeiter in der Abteilung Qualitätsmanagement des Bereiches Technologie Karosseriebau der BMW Group in München.

Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Wunderlich, dem Leiter des Lehrstuhls für Geodäsie der Technischen Universität München, danke ich für sein großes Vertrauen in mich und meine Arbeit, für die hervorragende Motivation und Unterstützung in schwierigen Phasen sowie für die Möglichkeit zur Promotion. Des Weiteren gilt mein Dank Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Stilla, dem Prodekan und Leiter des Fachgebiets Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität München, für die Übernahme des Korreferates und für sein besonderes Engagement bei der Korrektur und der abschließenden Diskussion der Inhalte dieser Arbeit.

Für die hervorragende Förderung durch die BMW Group richtet sich mein Dank an meinem Mentor Herrn Joachim Grüger, dem Leiter Presswerk und Karosseriebau BMW München, der diese Arbeit mit größtem Engagement unterstützt hat und mir stets ein persönliches Vorbild sein wird.

Herrn Hermann Winklmeier, Leiter Messtechnik der Technologie Karosseriebau der BMW Group in München, und Herrn Eyyup Avci danke ich ganz besonders für die fachliche Betreuung der Arbeit und die tatkräftige freundschaftliche Zusammenarbeit.

Ein weiteres großes Dankeschön gilt meinen besten Freunden seit der Studiumzeit an der Technischen Universität München, Tobias Becker und Dr. Robert Heinkelmann, für ihr besonderes Interesse und ihre Geduld bei der Korrektur dieser Arbeit.

Mit größter Freude danke ich allen Kollegen und Freunden bei der BMW Group, die meinen Weg in den letzten Jahren begleiteten und mich bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützten. Dies gilt vor allem für Frau C. Anetsberger und Frau S. Reichl und die Herren I. Balo, H. Ruhland, M. Leonbacher, K. Golling, C. Brücklmaier, S. Jungnickel, J. Geier, R. Geer, G. Sommerer, M. Meier, S. Mladen und A. Aydemir.

Darüber hinaus bedanke ich mich bei den Herren von der Firma Steinbichler Dr. Steinbichler, H. Lechner, H. Winterberg, A. Näther, R. Renz und P. Bela für die interessanten, kreativen und lehrreichen Diskussionen sowie die erfolgreiche Zusammenarbeit in zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten.

Meiner Frau Senem Özkul, die Doktorandin an der Ludwig-Maximilian-Universität München ist, danke ich von ganzem Herzen für ihre unendlich große Liebe und Geduld sowie für die nie endende Unterstützung in den vergangenen Jahren, die für sie vor allem durch zahlreiche Entbehrungen gekennzeichnet war. Mit allen Kräften hat sie mir stets den notwendigen Rückhalt gegeben, der für die Erstellung dieser Arbeit erforderlich war.

Die abschließende Danksagung richtet sich an meine Eltern Iknur Özkul und Dr. Ahmet Özkul und an meinen Bruder Cagatay Özkul. Sie haben durch ihre vielfältige und langjährige Unterstützung die Grundlage für meinen bisherigen akademischen und beruflichen Lebensweg geschaffen.

Kurzfassung

Eine perfekte Karosserieoberfläche gilt als wesentliches Kriterium für Premiumfahrzeuge und kann auch für die Zufriedenheit von Käufern solcher Automobile an hoher Stelle stehen. Die Qualitätsanforderungen an die Oberfläche und die Kundenzufriedenheit mit der Oberfläche hängen sowohl von subjektiven als auch von objektiven Kriterien ab.

In der vorliegenden Arbeit wurde zunächst untersucht, welche Qualitätansätze für die Oberfläche bei einem Premiumhersteller gelten. Dabei stand die Frage „Ist die Oberflächenqualität ein bedeutender Faktor der Kundenzufriedenheit und zu welcher Anforderungskategorie gehört die Oberflächenqualität nach dem KANO-Modell?“ im Vordergrund. Dafür wurde der Produktentstehungsprozess hinsichtlich Qualitätsmethoden/-verfahren und Einflussfaktoren auf den Herstellungs- und Beurteilungsprozess für die Oberfläche systematisch analysiert. Zwei Workshops mit externen Kunden und Auditoren haben ergeben, dass der Automobilhersteller prozessintern mit dem produktionsorientierten Qualitätsansatz arbeitet und dass die Oberflächenqualität zur Basisanforderung der Kunden gehört. Die Prüfmethode des Oberflächenqualitätsmanagements basieren heute auf der subjektiven Bewertung speziell ausgebildeter Auditoren, die mit manuellen „Prüfmitteln“, z.B. Abziehstein, Fühlhandschuh, Messuhr oder Lichtlinien, kleinste Merkmale auf der Karosserieaußenhaut feststellen können. Diese Prüfmethode sind jedoch in der Regel nicht prozessübergreifend und ergeben ein rein qualitatives Prüfergebnis. Das kostet Zeit und unterliegt - naturgemäß - Schwankungen. Diese Arbeit untersuchte die Möglichkeit, sich von dem kostenintensiven produktionsorientierten Qualitätsverständnis zum kundenorientierten Qualitätsansatz zu verändern und die Oberflächenbeurteilung zu objektivieren.

Es werden verschiedene Messmethoden und -verfahren vorgestellt, die eine Objektivierung ermöglichen. Zur Erfassung und Beurteilung der Geometrie von Bauteilen werden in der Industrie bereits verschiedene Verfahren, teilweise vollautomatisch, mit Erfolg angewendet. Während in anderen Industriezweigen bereits Messsysteme für Oberflächen im Einsatz sind, fehlen solche noch für die unlackierte Karosserie. „Zu aufwändig, langsam, nicht genau genug oder zu wenig mobil“, lauten meist die Urteile.

Es folgte deshalb eine Untersuchung von drei ausgewählten Messsystemen (Eagle Eye, ATOS III 400, ABIS II) auf die Tauglichkeit für die vorgestellte Anwendung und die speziellen Ansprüche des Automobilherstellers. In dieser Arbeit wurde eine Optimierung durchgeführt, bei der die Klassifikation der Merkmale durch das ABIS II System an die Klassifikationstabelle des Premiumherstellers angepasst wurde. Die weiteren Analysen haben die Eignung des ABIS II zur Oberflächenprüfung klar gezeigt.

Für die „Ressortübergreifende Etablierung bzw. Implementierung des zielgerechten Verfahrens“ wurde in der Produktion mit dem ABIS Sensor ein Experimentalsystem aufgebaut. Die am Ende des Projektes vorgestellten Ergebnisse und Optimierungsvorschläge stellen den Nutzen des Systems für die Optimierung des Oberflächenprüfprozesses unter Beweis. Durch die Qualitätsanalyse der Karosserieaußenhaut mit dem System wird die Subjektivität beseitigt, dadurch wird die Oberflächenqualität signifikant erhöht; zudem werden Kosten reduziert, der Ablauf beschleunigt und die Kundenzufriedenheit gesteigert.

Abstract

A perfect body surface is presumed as a momentous criterion –for premium cars and may also ascertain the priority for the customer satisfaction of these cars. Quality requirements for surfaces and customer satisfaction with surfaces depend both on diverse subjective and objective criteria.

In this study, it was initially explored, which quality approaches for surfaces are applied by a premium manufacturer. The study sought to answer the following main questions: Is surface quality an important factor in customer satisfaction? To which requirement category does surface quality belong according to KANO-Model? Accordingly, in accordance with scientific aspects, product engineering process was analysed in terms of surface quality according to quality methods and procedures as well as factors which influence production and evaluation process. The results of two workshops with external customers and auditors demonstrated that automobile manufacturer applies a production-oriented quality approach process internally and surface quality is considered as one of the main customer requirements. The test procedures of surface quality management are nowadays based upon subjective assessment of specialists, who can detect the tiniest irregularity on body outer skin surface by means of manual testing tools such as whetstones, feeler gloves, counters or lines of light. Nevertheless, these test methods are generally not integrative and provide merely qualitative test results. The whole process is time-consuming and naturally inconsistent. In this study, the potential alternatives for changing cost-intensive production-oriented quality approach into customer-oriented quality approach and for objectivizing the surface assessment were investigated.

Different ways of measurement methods and procedures to enable objectification were presented. Various methods, partially fully automatic, have already been used successfully in industry for the collection and assessment of geometry of components. Although measurement systems to test surfaces have been operated in other branches of industry, no universally reliable, swift and viable solution has as yet been available for body-in-white production.

Therefore, in the following stage of this study, three self-selected measurement methods (Eagle Eye, ATOS III 400, ABIS II) were assessed in terms of their suitability for the intended application and particular requirements of the automobile manufacturer. Moreover, an optimisation study, in which the classification of characteristics was adapted to the classification tables of premium manufacturer through ABIS II System, was conducted. Further analyses verified the suitability of ABIS II for surface assessment.

For the inter-divisional establishment and implementation of a targeted method respectively, an experimental system with ABIS sensor was built up in production. The results and optimisation proposals which were presented at the end of the project proved that this system was beneficial for the optimisation of surface assessment process. By means of analysing quality of body outer skin surface by this system, the surface quality has been increased significantly and expenses have been reduced. Additionally, process flow has been accelerated and customer satisfaction has been enhanced.