


Ästhetische Defekte in der Industrie

Innovation und ergonomische Gestaltung

Journal Article

Author(s):

Held, Jürgen 

Publication date:

2013

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000302876>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Originally published in:

IHK Wirtschaft in Ostwürttemberg(7-8)

TITELTHEMA

Ästhetische Defekte in der Industrie

INNOVATION UND ERGONOMISCHE GESTALTUNG

Der Beitrag befasst sich mit der schwierigen Qualitätskontrolle auf ästhetische Defekte von Scheinwerferreflektoren. Grund dafür ist der seit den neunziger Jahren erfolgte Einsatz von Freiform-Reflektoren. In den Jahren 2003–2005 erfolgte daraufhin ein von der EU gefördertes Projekt zur Entwicklung eines Prüfroboters und zur ergonomischen Optimierung der manuellen Prüfarbeitsplätze. Beteiligt waren drei Scheinwerferhersteller (Valeo, Hella, Automotive Lighting) und Experten der Automation und der Ergonomie. Rückblickend zeigt sich, dass der im Projekt entwickelte Prüfroboter keine Umsetzung und Weiterentwicklung finden konnte. Dagegen konnten eine Reihe ergonomischer Verbesserungen eingeführt werden, die sich nunmehr seit mehreren Jahren bewährt haben und auch als Standard bei Neuplanungen und vergleichbaren Prüfarbeiten dienen.

Mit Beginn der neunziger Jahre erfolgte bei Automobilscheinwerfern ein bedeutender technischer Wandel: Die Reflektoren in einfacher Form eines spiegelnden Paraboloids konnten durch sogenannte Freiform-Reflektoren ersetzt werden. Mit ihnen wird das Licht durch eine hohe Zahl genau berechneter und facettenartig ausgerichteter, spiegelnder Flächen gezielt auf die Fahrbahn gelenkt. Damit war es nicht mehr notwendig, den

Scheinwerfer mit einer das Licht auf die Fahrbahn streuenden Glas- oder Kunststoffscheibe abzuschließen. Es genügt seither eine einfache und klar durchsichtige Abdeckscheibe (Durchsichtscheibe). Dies erst ermöglichte auch den Gestaltern größere Freiheiten bei der Formgebung für die Frontpartie von Automobilen. Während jedoch mit der alten Technik der Streuscheibe das Innenleben und damit der spiegelnde Reflektor von außen nicht einsehbar war, sind bei dem heute verbreiteten Einsatz klarer Abdeckscheiben die Reflektoren deutlich sichtbar. Kleinste Mängel der metallisch-spiegelnden Oberfläche dieser Reflektoren können nun von außen entdeckt werden. Es handelt sich bei diesen Mängeln z. B. um kleinste Kratzer, kleine Lacktropfen, geringste Farbunterschiede und u.a. auch Fingerabdrücke. Derartige Mängel beeinträchtigen in keinsten Weise die Funktion des Scheinwerfers. Sie werden als ästhetische Defekte oder Schönheitsfehler bezeichnet. Doch Reklamationen der Neuwagenkundschaft über diese Mängel zwangen alle Parteien des Produktionsprozesses dazu, interne Normen für Fehlertoleranzen zu definieren: Ein Kunde sollte in 1m Entfernung zum Scheinwerfer in stehender Körperposition, in kniender Körperposition oder vor dem Fahrzeug liegend (!) keine Fehler entdecken dürfen, die im Größenbereich von 1-2 mm Durchmesser oder 1-10 mm Länge liegen. Scheinwerferreflektoren sind dadurch Gegenstand von schwierigen Prüfungsvorgängen in der Qualitätskontrolle geworden. Der Mensch

als Prüfer der spiegelnden Reflektoren muss nun geringste Fehler erkennen, für die zudem je nach Position auf der Reflektoroberfläche unterschiedliche Toleranzen gelten.

FUNKTIONSTÜCHTIGE ABFALLBERGE

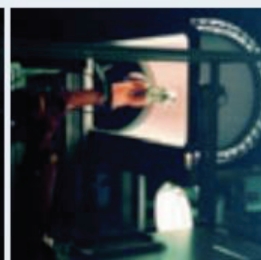
Die beschriebenen Freiform-Reflektoren werden durch Kunststoff-Spritzgussverfahren hergestellt, müssen gesäubert und grundiert werden, um dann in einem technisch anspruchsvollem Prozess mit hohem Unterdruck eine sehr dünne Schicht Aluminium als spiegelnde Oberfläche zu erhalten. Kleinste Staubpartikel, Gießfehler in der Kunststoffschale oder andere Prozessabweichungen führen zu den genannten Defekten in der Oberfläche. Die Sichtkontrolle dieser Fehler erfolgt seit Beginn der Etablierung von Freiform-Reflektoren durch manuelle Prüfprozesse. Die Sichtprüfer müssen jeden einzelnen Reflektor in die Hand und in Augenschein nehmen. Einen fehlerbehafteten Reflektor fälschlicherweise zu akzeptieren erzeugt mit fortschreitender Montage und Einbau in das Fahrzeug zum Zeitpunkt der Reklamation sehr hohe Kosten. Dies führt zu einer natürlichen Tendenz der Prüfung auf die sichere Seite und damit zu einem unnötig hohen Ausschuss. Die Hersteller versuchten dem von Beginn an durch möglichst gute Qualifikation sowie Training und Überwachung der Sichtprüfer entgegenzuwirken. Dennoch: Im Jahre 2000 wurde der Ausschuss nach Stand der Technik im



Freiform-Reflektor eines Automobilscheinwerfers.



Oberflächenfehler sind im Übergang des Spiegelbildes einer hellen und einer dunklen Fläche (Deflektometrie) einfacher zu erkennen.



Der entwickelte Prüfroboter im Testlauf.



Optimierter Prüfarbeitsplatz durch umlaufenden Kontrast zwischen gleichmäßig heller und gleichmäßig dunkler Fläche.

Mittel auf 20 Prozent geschätzt. Dies bedeutete bei den damaligen Produktionszahlen, dass jährlich und weltweit 20 Millionen funktionstüchtiger Reflektoren als Müll deklariert wurden. Für Europa bedeutete der Ausschuss jährlich 8 Millionen Kilogramm Abfall für dessen Herstellung jährlich 13 Millionen Kilowattstunden Energie aufgewendet werden mussten. Metallisierte Reflektoren müssen vernichtet bzw. deponiert werden.

EU-PROJEKT FINDER

Angesichts der Problematik förderte die Europäische Union in den Jahren 2003–2005 die Zusammenarbeit zwischen drei europäischen Scheinwerferproduzenten und Experten der Automation und der Ergonomie. Das Projekt trug den Namen: FINDER (Fast Intelligent Defect Recognition) und die beteiligten Scheinwerferhersteller waren: VALEO Lighting Systems (Angers, Frankreich), Hella KG Hueck & Co (Lippstadt) und Automotive Lighting GmbH (Reutlingen). Die Ergebnisse des Projektes sollen im Folgenden zusammengefasst dargestellt werden.

PRÜFARBEITSPLÄTZE

Im Untersuchungszeitraum produzierten alle drei Unternehmen Reflektoren durch eine automatisierte Verkettung der Teilschritte. Im Ideal war letztlich nur noch das Beladen der Spritzgussmaschinen und das Prüfen der Reflektoren durch den Menschen erforderlich. Die Praxis zeigte allerdings, dass in den Werken an unterschiedlichen Stellen noch Teilprozesse durch Menschen ausgeführt werden mussten. Die Prüfarbeit oder Sichtkontrolle fand bei Valeo und Hella unter abgehängten Leuchten als offener Arbeitsplatz direkt an den Anlagen statt, bei Automotive Lighting waren speziell eine Reihe von Prüfboxen als Arbeitsplätze gestaltet worden. Alle Prüfarbeitsplätze besaßen ein deutliches Potential für ergonomische Verbesserungen:

- Der Fehler-Entdeckungsprozess wurde nicht durch ein gezielt dafür konzipiertes Beleuchtungskonzept unterstützt.
- Die Sichtprüfer hatten durch Einbauten am Arbeitsplatz störende Reflektionen im Blickfeld und wurden dadurch abgelenkt.
- Die eingesetzten Leuchten erzielten eine zu hohe Leuchtdichte und eine zu ungleichmäßige Helligkeitsverteilung.
- Die Leuchtmittel und Bauelemente der Leuchten spiegelten sich in den zu prüfenden Reflektoren und störten den Prüfvorgang.
- Die ästhetischen Defekte waren nicht einheitlich beschrieben.
- Es fehlte ein Fehlerkatalog mit zeichnerischen und symbolhaften Darstellungen, um Schulung und Training zu unterstützen.

Die in allen drei Unternehmen durchgeführten Arbeitsablauf- und Zeitstudien belegten eine be-

merkenswerte Leistungsfähigkeit der Sichtprüfer. Im Mittel dauerte die Sichtprüfung eines Reflektors 2-5 Sekunden, ohne dass ein nennenswerter Unterschied zwischen Prüfzeit für defekte und Prüfzeit für akzeptierte Bauteile festzustellen war.

ERREICHTE ZIELE

Ist es möglich einen Prüfroboter zu entwickeln? Und: Können die manuellen Prüfarbeitsplätze verbessert werden? Diese beiden Fragen kennzeichnen am besten die Zielsetzung des Projektes. Beide Fragen konnten nach Projektende bejaht werden. Der Prototyp war jedoch nicht direkt einsetzbar, da die Prüfzeit zu lange (20 – 60 Sekunden) und die erfolgreiche Fehlerdetektion im Bereich sehr kleiner Defekte noch zu gering (50 – 80 Prozent) war. Es war eindeutig, dass die automatisierte Prüfanlage noch weiterer Optimierungen bedürfte. Der Beitrag der Ergonomie zeigte dagegen sofortige Wirkung:

- Die Prüfarbeitsplätze wurden nach dem Prinzip einer gezielten Kontrastbildung (Deflektometrie) mit hellen und dunklen Flächen an den Seitenwänden und an der Decke ausgekleidet.
- Die Beleuchtung wurde gleichmäßiger und mit einer opalen Abdeckung gestaltet. Es wurde eine geringere Beleuchtungsstärke gewählt.
- Die Fehler wurden für alle drei Hersteller einheitlich beschrieben und durch ein Schema mit Zeichnungen und Symbolen dargestellt.
- Aufgrund der Zeit- und Arbeitsablaufstudien wurden die Anordnungen der Gitterboxen für ein zeitsparenderes Arbeiten optimiert.

Dieses Prüfarbeitsplatzkonzept war im Projekt zunächst in einer Laborstudie untersucht worden und wurde danach in einer Pilotphase an einer Produktionsanlage durch die Sichtprüfer über mehrere Wochen getestet. Daraufhin wurde es z.B. bei Automotive Lighting an allen Prüfarbeitsplätzen umgesetzt. Der Rückblick zeigt, dass es sich seitdem bewährt. Darüber hinaus wurde das damals entwickelte Konzept auch auf die Sichtprüfung der klaren Durchsichtsscheiben übertragen und auch dort als Arbeitsplatzkonzept standardisiert. Beim Bau einer neuen Produktionsstätte konnte Automotive Lighting die Ergebnisse direkt in das Fabriklayout übertragen und umsetzen. Das durch die Ergonomiestudie entstandene Schema zur Kategorisierung der Defekte ist nach wie vor im Einsatz und wird von den Beteiligten als eine deutliche Unterstützung ihrer Arbeit beurteilt. Die Ausschussquote ist seit dem Projektabschluss gesunken und liegt derzeit bei ca. 5 Prozent.

NEUE INNOVATIONEN

Fahrzeugscheinwerfer sind in ihrer Entwicklung eng mit Innovationen verknüpft. Zukünftig werden als Leuchtmittel immer häufiger LEDs im Einsatz sein. Dies bedeutet für die Reflektoren

eine zulässige Toleranz für die LED-Positionierung von nur 1/100 Millimeter und kompakte Reflektoren, die im Vergleich mit ihren Vorgängern sehr viel kleinere Flächenelemente aufweisen. Die Sichtprüfung wird durch diese kleinen und häufig eng verwinkelten Facetten noch schwieriger als bisher und erfordert umso mehr ergonomische Prüfprozesse.

Ein in Europa jährlich um mehrere Millionen Kilogramm wachsender Müllberg an funktionstüchtigen Reflektoren wird sicher viele Leser erzürnt haben. Doch in dieser Sache haben wir den innovativen LED-Scheinwerfern in Zukunft einen schwachen Trost zu verdanken: Die hohe Leistung bei kompakten Abmessungen lassen viele der vormals ästhetischen Defekte gleichzeitig auch zu technisch-funktionalen Fehlern werden. Für Ausleuchtungsfehler auf der Straße genügen dafür schon geringe Unregelmäßigkeiten der nur 20 Mikrometer dünnen Metalloberfläche des Reflektors. Dies fordert die Kompetenz der Hersteller auf ein Neues heraus. Prinzipiell bleibt es sehr schwierig Innovationen und auch neue Designentwürfe im Voraus auf ihre ökonomischen und ökologischen Folgen für die Produktion hin zu beurteilen. Womit auch die Kompetenzen an den Hochschulen für Gestaltung gefordert sind.

IHK-TECHNOLOGIETRANSFER

Neue Entwicklungen und Trends frühzeitig zu erkennen, ist eine Sache – davon zu profitieren, eine andere. Mit dem Zugang zu entsprechendem Know-how und finanziellen Mitteln sowie zu den passenden Kooperationspartnern sind die Unternehmen gut gerüstet, um im globalen Wettbewerb erfolgreich bestehen zu können. Im IHK-Technologietransfer werden insbesondere kleine und mittlere Betriebe durch passgenaue Zusammenarbeit mit Experten an den Hochschulen und Forschungsinstituten in der Projektarbeit für Innovationen unterstützt, um neueste Technologien und praxisnahes Wissen noch besser als bisher in Produkte und Dienstleistungen umzusetzen. Der IHK-Service „Technologietransfer“ versteht sich hierbei als Impulsgeber und Mittler für nachhaltige Innovationsprozesse zwischen Unternehmen und Wissenschaftlern.

Informationen bei der IHK,
Dr. Rüdiger Wittenbeck, Tel. 07321 324-155,
wittenbeck@ostwuerttemberg.ihk.de
oder unter www.ostwuerttemberg.ihk.de
in der Rubrik Innovation und Umwelt.

AUTOR



**Prof. Dr. Ing.
Jürgen Held**
Hochschule für Gestaltung
Schwäbisch Gmünd

Geschäftsführender
Leiter des Instituts für
angewandte Forschung (IAF)