

Qualitätssicherung in Zeiten der E-Mobilität

So planen Experten aus Praxis und Wissenschaft.



White Paper

Intro

Es ist nur noch eine Frage der Zeit, bis der Elektromotor den konventionellen Verbrennungsantrieb ersetzen wird. Qualitätsmanager müssen sich deshalb schon jetzt überlegen, auf welche Messtechnik sie heute und in Zukunft setzen sollen.

Neue Prüfaufgaben werden hinzukommen und alte entfallen, wenn neue Antriebsstränge, neue Werkstoffe und neue Karosseriekonzepte zum Einsatz kommen.

Doch was bedeutet das genau im Hinblick auf die Messtechnik?

Welche Technologien werden zukünftig eingesetzt?

Haben taktile Verfahren mit der Entwicklung zur E-Mobilität ausgedient?

Ein vielfach diskutiertes Thema mit hoher Relevanz für Qualitätsverantwortliche in der Automobilindustrie. Häufig finden sich darüber aber eher pauschale Abhandlungen.

Wir haben Experten aus Praxis und Forschung gefragt, welche Entwicklung sie für die Qualitätssicherung erkennen und auf welche Technologien man heute und in Zukunft setzen wird. Die teilweise sehr unterschiedlichen Ansichten und einen Blick in die Zukunft lesen Sie in diesem Fachartikel.

Ihr ACCRETECH-Team

Bestehende Technologien haben weiter Bestand

Einige Experten gehen zunächst von einer weiteren Diversifizierung der Mobilität aus, sodass verschiedene Mobilitätskonzepte noch einige Zeit nebeneinander existieren werden. Vor allem Plug-in-Hybride (PHEV), werden als wichtige Technologie für die Transformationsphase vom Verbrenner zum elektrifizierten Antriebsstrang gesehen.

„Da wir Fahrzeuge mit vollelektrischem, teilelektrischem und mit Verbrennungsmotor auf dem gleichen Band produzieren, gibt es hier bei uns keinen Unterschied im Einsatz der Technologien“, erklärt kurz und knapp Sandra Schillmöller, Kommunikation Produktionsnetzwerk BMW Group, München. Doch gilt das für die gesamte Branche?

Generelle Aussagen sind für Qualitätsmanager wenig hilfreich. In der Qualitätssicherung muss man differenzieren, was und wo gemessen wird. Aus unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet die EDAG Engineering GmbH, ein weltweit führender, konzernunabhängiger Entwicklungspartner der Mobilitätsindustrie die neue Rolle der Messtechnik.



Bild: EDAG

Hautnah beschäftigt sich mit dem Thema Kurt Schrader, Teamleiter „Qualität Mobiles Messen“ vor allem in den Bereichen Karosserie und Interieur bei EDAG am Standort Wolfsburg. Die Elektromobilität wirke sich – so seine Beobachtung – bisher nicht auf die Messtechnik aus.

Kurt Schrader, Teamleiter
„Qualität Mobiles Messen“ am
EDAG-Standort Wolfsburg:



Bild: EDAG

„Mobile, taktile Systeme mit einem zusätzlichen Scan-Kopf setzen wir beispielsweise bei der Karosserie ein: Optisch vermessen wir hier die großen Flächen und taktil überprüfen wir Funktionen – also zum Beispiel Fugen.“

Bei der Karosserie wird schon jetzt vermehrt mobil und optisch gemessen. Schrader: „Seit einigen Jahren geht der Trend bei Karosserie und Interieur hin zur optischen Messtechnik, weil hier große Flächen relativ schnell zu messen sind, die sich taktil umständlich und langsam nur mit mehreren Tausend Messpunkten erfassen ließen.“

Zusammenspiel von taktiler und optischer Messtechnik

Taktileres Messen komme bei der Qualitätssicherung von Karosserien auch vor, dann aber eher im Zusammenspiel mit optischen Verfahren. „Wir haben auch bei uns Systeme im Einsatz, die beides können“, erklärt Schrader. „Das sind mobile, taktile Systeme, die einen zusätzlichen Scan-Kopf besitzen. Sie setzen wir beispielsweise bei der Karosserie ein: Optisch vermessen wir hier die großen Flächen und taktil überprüfen wir Funktionen – also zum Beispiel Fugen.“

Dagegen seien Schraders Ansicht nach bei der Qualitätssicherung von Motoren und Antrieben wegen der geforderten hohen Messgenauigkeit nach wie vor taktile Verfahren gefragt. Das trifft auch auf die Elektromotoren der neuesten Generation zu, in denen wie beim Verbrennungsmotor sämtliche Komponenten exakt ineinandergreifen müssen, damit sie hohe Leistung bieten und zugleich wenig verschleifen. Auch wenn sich die Zahl der Komponenten verringert, verändert das letztlich nicht die Ansprüche an die Qualität.

„Ein ideales Messsystem für alle Aufgaben gibt es nicht“, sagt Roberto Cristoforo, der für 3D-Messtechnik zuständige Fachverantwortliche am EDAG- Standort München. „Unsere Arbeit beginnt bei kleinen Bauteilen wie einem Türgriff und reicht bis hin zu einer kompletten Karosserie. Änderungen für die Messtechnik durch die Elektromobilität zeichnen sich hier nicht ab, weil sich die Struktur nicht grundlegend verändern wird.“ Seine Abteilung scannt große Bauteile weiterhin optisch, setzt jedoch in den für Kameras schwer zugänglichen Bereichen wie Bohrungen zusätzlich taktile Verfahren ein.



Bild: EDAG

Roberto Cristoforo, für 3D-Messtechnik zuständige Fachverantwortliche am EDAG- Standort München:

„Änderungen für die Messtechnik durch die Elektromobilität zeichnen sich hier nicht ab, weil sich die Struktur nicht grundlegend verändern wird.“

Im Kommen seien hochautomatisierte, optische Messsysteme für die Produktion von Automobilen und Flugzeugen. Diesem Trend entsprechend bieten manche Hersteller auch schon an, ihre taktilen Produkte – vom Messarm bis hin zur Koor-

dinaten-Messmaschine – in Sachen berührungsloses Scannen fit zu machen. Aber auch andere Hybridlösungen zeichnen sich schon ab, bei denen eine Lehre taktil in eine Bohrung fährt, deren Maße dann allerdings optisch erfasst werden. „Das ist ein Beispiel dafür, dass sich beide Messmethoden ideal ergänzen“, erklärt Cristoforo.

Ähnlich sieht es Udo Röbig, Abteilungsleiter für Physical Models im EDAG-Stammhaus in Fulda. Seine Abteilung kommt kurz nach dem sogenannten „Styling-Freeze“ zum Einsatz, wenn Oberflächen im Exterieur und Interieur eines Fahrzeugs feststehen. Sie stellt zum Beispiel für Automobilhersteller Erstmuster, Präsentations-, Funktions- und Messemodelle für die Mobilitätsmessen her. Außerdem dient die Abteilung mit ihren 60 Mitarbeitern als verlängerte Werkbank für die Einzelteilmontage und unterstützt die Kleinserienfertigung von Sondermodellen.

Udo Röbig, Abteilungsleiter für Physical Models im EDAG-Stammhaus in Fulda:



Bild: EDAG

„Wir bewegen uns bei einzelnen Komponenten im Bereich von +/- 0,1 mm, bei der wir beim Grundaufbau vor allem taktile Messtechnik verwenden.“

„Genauigkeit spielt bei unserer Arbeit zwar auch eine Rolle, doch im Vordergrund steht die Optik“, erklärt Röbig. „Wir bewegen uns bei einzelnen Komponenten im Bereich von +/- 0,1 mm, bei der wir beim Grundaufbau vor allem taktile Messtechnik verwenden.“ Nach dem Probeverbau, der aus unlackierten Bauteilen und Komponenten besteht, folgt optisches Scannen, um das Ergebnis mit den CAD-Daten zu vergleichen und um die Feinabstimmung der Bauteile vor den Finish- und Lackierarbeiten zu begleiten. Strukturbauteile und Regelgeometrie werden hingegen mit

taktiler Messtechnik überprüft. Das wird sich laut Röbig auch bei der E-Mobilität vorerst nicht ändern. Im Allgemeinen gehen die Experten bei der Karosserie und Interieur also von keinen großen Änderungen bei der eingesetzten Messtechnik aus.

Taktile Messtechnik punktet mit Genauigkeit

Welche Einschätzung haben Hersteller von Produktionstechnik für die Automobilindustrie, die diese Technik selbst zur Qualitätssicherung ihrer Werkzeugmaschinen nutzen und zugleich die Messtechnik-Strategie ihrer Kunden kennen?

Besonders hoch sind die messtechnischen Ansprüche der Chiron Werke GmbH & Co. KG aus Tuttlingen, die Ende 2019 ihre Precision Factory einweihte.

Auf Chiron-Maschinen produzieren Kunden zum Beispiel Batteriegehäuse für Elektrofahrzeuge, Bauteile für Automobilindustrie und Luftfahrt sowie Medizintechnik-Implantate und Präzisionsteile für Uhren und Schmuck. Die sehr anspruchsvolle Kundschaft legt Wert auf extrem schnelle und zugleich auf Mikrometer exakt zerspanende Bearbeitungszentren.

Entsprechend aufwändig fallen die Ansprüche der Anwender aus, die mit diesen Hochpräzisionsmaschinen Bauteile herstellen. In der Qualitätssicherung der Automobilindustrie überwiegt bei Chiron die taktile Messtechnik, weil sie universeller einsetzbar ist. Je nach Größe der Messmaschine ließen sich nämlich unterschiedlichste Teile messen.

Wird sich diese Strategie bei Elektrofahrzeugen ändern, die nicht mehr Verbrennungsmotoren und hochkomplexe Getriebe, sondern Elektromotoren mit zweistufigen Getrieben antreiben? In denen vielleicht sogar eine neue Messtechnik gefragt ist: Um etwa die Welligkeit von Zahnrädern genauer zu beurteilen, weil E-Motoren leiser laufen und sich daher das Wahrnehmen von NVH-Phänomenen (NVH, Noise, Vibration, Harshness) ändert? Die klare Antwort der Experten: „Nein, die Strategie ändert sich nicht.“ So kämen viele Bauteile - etwa für Fahrwerk und Nebenaggregate

– sowohl in konventionellen als auch batterieelektrischen Fahrzeugen zum Einsatz. Außerdem sei auch bei Bauteilen für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor in den vergangenen Jahren die Anforderungen an die Genauigkeit stark gestiegen.

Gemessen wird hauptsächlich im Messraum

Bleibt für die Qualitätssicherung also erst einmal alles beim Alten? Ist der Einsatz von taktilen Messgeräten im Messraum nach wie vor die präferierte Lösung oder werden vermehrt andere Technologien in Betracht gezogen? „Heute wird bevorzugt stichprobenartig im Messraum gemessen“, erklärt das Automotive-Team von Chiron. In-Prozess-Messung komme dagegen sehr selten vor: Zum Beispiel bei Werkstücken mit hoher Fertigstellungswertschöpfung oder sicherheitsrelevanten Merkmalen, weil diese Messtechnik sehr teuer sei. Bei Werkstücken, deren Genauigkeitsanforderungen nicht allzu hoch sind und noch keine Anschaffung einer Messmaschine rechtfertigen, werden dagegen eher mobile Messgeräte eingesetzt. Nach Erfahrung des Automotive Teams überwiege in der Autoindustrie nach wie vor der Messraum, da die Zerspanungsprozesse über eine statistische Prozesssteuerung geregelt werden (SPC). Ein geringer Anteil der Messungen läuft im Prozess und mobil ab. Das Automotive Team schätzt, dass in der Autoindustrie zu 90 Prozent im Messraum gemessen wird, wohingegen nur drei Prozent der Messung im Prozess und sieben Prozent mobil ablaufen.

In der Autoindustrie
finden heute
schätzungsweise
90%
der Messungen im
Messraum statt.

In der Serienfertigung beim Pick-up-Drehen sei das In-Prozess-Messen aufgrund der geforderten Genauigkeit absolut notwendig: Etwa bei der Bearbeitung von Differentialgehäusen, die sowohl beim Verbrenner als auch beim E-Fahrzeug benötigt werden.

E-Mobilität verändert die Messtechnik doch!

Andere Ansichten als EDAG oder Chiron zur Rolle der Messtechnik in der Elektromobilität hat Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert H. Schmitt, einer von insgesamt vier Direktoren am Werkzeugmaschinenlabor WZL und Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik IPT. Für den Leiter des Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement im Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen steht fest: „Mit den Veränderungen im Antriebsstrang gehen tatsächlich viele der beim Verbrenner zu findenden Aufgaben verloren. Auch im Karosseriebau ersetzen robotergestützte, mit optischen Sensoren ausgerüstete Anlagen bereits zunehmend die traditionellen taktilen Koordinatenmessgeräte.“

Taktile Messtechnik bleibt Referenzverfahren

Es komme daher generell zu einer großen Zunahme der optischen Messtechnik wegen ihrer bekannten Vorteile. Allerdings bleibe die taktile Messtechnik aufgrund der Rückführbarkeit der sogenannte „Goldstandard“, also das Referenzverfahren. Entsprechend der schwierigen Anschlussfähigkeit optischer Verfahren dürfte es seiner Ansicht nach vermutlich noch „geraume Zeit dauern, bis man die traditionelle Akkreditierung von Messlaboren modernisieren kann.“ Zentrales Thema sind dabei die Forderungen des GUM, bei denen taktile Messgeräte wegen der Rückführbarkeit der Messdaten die Anschlussfähigkeit an die Normale besser darstellen (GUM: „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“, internationaler Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen).

Das haben auch die normierenden Behörden erkannt. Daher schätzt Dr.-Ing. Robert H. Schmitt, der bei der früheren MAN Nutzfahrzeuge leitende Positionen in der Qualitätssicherung und Montage besaß, die Anstrengungen der Physikalisch-

Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig: Dort stehe die Aktualisierung der Normierung der Messverfahren an, weil nämlich teilweise noch Klarheit über die anstehenden Messaufgaben fehle.

Anforderungen steigen weiter

Erwartbar steigen seiner Ansicht nach die Anforderungen bei komplexen Geometrien wie bei den Getrieben, da sie zukünftig eine noch höhere Effizienz besitzen müssen. Neu gefordert sei die Qualitätssicherung aber auch bei den Elektromotoren, bei denen enge Toleranzen unmittelbar zu einem höheren Wirkungsgrad führen.

Neue messtechnische Aufgaben stünden jedoch vor allem bei den Batterien an. „Da geht es beispielsweise um die Charakterisierung der Membrane und anderer Komponenten, deren chemische Effizienz von der Gestaltung und Funktionalität der Oberfläche abhängt“, sagt Professor Schmitt. „Es handelt sich um flächige Bauteile, bei denen die Optik ihre Stärken ausspielen kann. Es fehlt allerdings noch an verbindlichen Kenngrößen.“ Daher beschäftigt sich auch die PTB aktuell mit den Forderungen, die sich aus der Oberflächenprüftechnik ergeben.

Das Messlabor wird an Bedeutung verlieren

Doch seine Vision von der Zukunft der Qualitätssicherung steht im Widerspruch zu den bisherigen Aussagen aus der Automobil- und Werkzeugmaschinenindustrie. „Das Messlabor verliert als zentrale Datenquelle an Bedeutung“, konstatiert der Wissenschaftler. „Hier profitieren optische Sensoren davon, dass sie sich aufgrund ihrer Größe, Flexibilität und sinkenden Preisen leichter in die Produktion integrieren lassen.“

Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert H. Schmitt, Leiter des Lehrstuhls für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement im Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen:



Bild: WZL/Krentz

„Es kommt auf das clevere Zusammenspiel von optischer und konventioneller, häufig taktiler Messtechnik an. Hier gilt es die Vorteile der jeweiligen Verfahren zu nutzen und ihre Grenzen zu verschieben.“

Für optische Sensoren spreche, dass sie sich gut in das künftige Internet of Production (IoP) integrieren lassen. In der digitalen Fabrik der Zukunft erfasst Sensorik im Zusammenspiel mit Künstlicher Intelligenz in der Maschinensteuerung in wenigen Minuten die wichtigsten Fertigungsparameter bei der Bearbeitung von Bauteilen und lässt so eine frühe Abschätzung der erzielbaren Qualität zu. „Das verändert natürlich die gesamte Messtechnik massiv“, so der Experte aus Aachen. „Und da

kommt es auf das clevere Zusammenspiel von optischer und konventioneller, häufig taktiler Messtechnik an.“ Denn auch für die taktile Messtechnik sprechen mehrere Vorteile: Es ist eine etablierte, genormte Messmethode, die sehr genau misst und unempfindlich gegen Lichtbedingungen und kritischen Oberflächenbeschaffenheiten ist. Daher gelte es die Vorteile der jeweiligen Verfahren zu nutzen und ihre Grenzen zu verschieben.

Daten: Ein Maßstab für den Erfolg einer Messtechnik

„Nach unserer Einschätzung tendieren die meisten Anwender zunehmend zu optischen Messverfahren, auch weil die Sensoren ständig billiger und die Modelle der Auswertung immer leistungsfähiger werden“, sagt Professor Schmitt und verweist auf die iPhone-App „Maßband“, mit der sich Entfernungen im Raum bestimmen lassen. „Diese App ist ein Beispiel für die Leistungsfähigkeit heutiger Sensorsysteme, aber auch für die einfache Nutzerinteraktion. Der Erfolg steht und fällt nicht mehr nur mit dem Messprozess, sondern auch mit der Art und Weise, wie gut es gelingt, die aus den Daten gewonnenen Informationen nutzenstiftend in die Anwendungsumgebung zu integrieren.“ Das heißt nicht nur für die Smart Factory: Wichtiger als die Wahl des Verfahrens ist mit Blick auf Industrie 4.0 die Art und Weise wie sich Messdaten – Stichwort Big Data – nicht nur für die Qualitätssicherung, sondern auch für weitere Anwendungen wie Predictive Maintenance nutzen lassen. Insofern ist auch Professor Schmitt der Meinung, dass die Digitalisierung einen weit größeren Einfluss auf die Entwicklung der industriellen Messtechnik haben wird als die E-Mobilität.

Doch wie sieht die Zukunft aus, wohin geht die Reise der Qualitätssicherung im Zeitalter der digitalen Transformation, machen dann vielleicht virtuelle Verfahren eines Tages vielleicht den messtechnischen Gegencheck überflüssig? „Modell- und Bauteilprüfung mittels VR-Brille und rot/grün-Vergleich sehe ich als mögliches Prüfverfahren“, beschreibt Udo Röbig von EDAG-Stammhaus in der Sprache seiner Zunft die Abweichungen vom virtuellen Modell. „Ich glaube, dass sich mit der Digitalisierung noch Vieles ändern wird.“

Fazit

Autoindustrie, Entwickler, Werkzeugmaschinenhersteller und Forschung sind sich einig: Die E-Mobilität wirkt sich auf die Wahl der Messtechnik noch wenig aus. Unabhängig von der E-Mobilität gibt es in einigen Bereichen einen Trend zur optischen Messtechnik, doch nach wie vor gilt die taktile Messung als das anerkannte Referenzverfahren - vor allem bei der Qualitätssicherung von Motoren und Antrieben wegen der geforderten hohen Genauigkeit. Für Elektroautos wird vielleicht weniger gemessen, aber bestimmt nicht weniger genau.

Autos mit Hybridantrieb waren 2019 in Deutschland die großen Gewinner. Man kann also davon ausgehen, dass die verschiedenen Mobilitätskonzepte noch einige Zeit nebeneinander existieren werden. Qualitätsmanager werden weiterhin bekannte Verfahren anwenden und verfeinern und sich gleichzeitig mit neuen Materialien auseinandersetzen müssen.

Die Gespräche mit den Experten zeigten aber auch, dass der Wandel hin zur E-Mobilität nicht alle Bereiche und Zulieferer gleichermaßen treffen wird. Für Hersteller von Außenspiegeln oder Türschlössern wird sich beispielsweise vorerst nicht viel ändern. Andererseits werden bisher wichtige Module für traditionelle Motoren und Antriebsstränge an Bedeutung verlieren, wenn die Wertschöpfung hin zur Batterie wandert. Nicht zuletzt, weil ein Elektromotor neue Fertigungstechnologien erfordert. Damit werden auch klassische Messaufgaben entfallen und neue hinzukommen.

Die digitale Transformation dürfte allerdings für die Entwicklung der Fertigungsmesstechnik eine wesentlich größere Rolle spielen. Vielleicht erfolgt die Bauteilprüfung bald schon mittels VR-Brille wie es Udo Röbig vorhersagt. Oder die Zukunft gehört Professor Schmitts Vision von einer Smart Factory mit einem Netzwerk aus preiswerten Sensoren, die im Zusammenspiel mit künstlicher Intelligenz die Qualität prüfen und regeln.

Impressum

Herausgeber:

ACCRETECH (Europe) GmbH

Landsberger Straße 396

81421 München

Tel: +49 (0)89 546788-0

info@accretech.eu

Ansprechpartner:

Philipp Dörr, Mona Choueiri

Autor:

Dipl.-Ing. Nikolaus Fecht, Fachjournalist aus Gelsenkirchen

Gestaltung:

ag Visuelle Kommunikation, Anja Gerscher

Alle Rechte liegen beim Herausgeber. Ein Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.



ACCRETECH (Europe) GmbH

Landsbergerstr. 396

81241 Munich, Germany

Phone: +49 89 546788-0

Mail: info@accretech.eu

www.accretech.eu/de