

AUTOMOBIL PRODUKTION

September 2003
B 30470

spezial



Reinald Hoben



Fritz Hartig



Werner Zimmermann



QUALITÄTSMANAGEMENT

Die KVP-Strategien
der OEMs

Q-AWARDS

Lob und Preis von Porsche,
VW und Bosch

KAROSSERIE UND LACK *spezial*

Methoden und Verfahren
zur Qualitätssicherung

SONDERAUSGABE

Qualität im Automobilbau



Reinald Hoben Fritz Hartig Werner Zimmermann



Wer sich in der Qualitätsfrage zufrieden gibt, hat schon verloren. Drei Q-Verantwortliche zeigen ihre Qualitäts-Sicherungsmaßnahmen, mit denen sie schon beachtliche Erfolge erzielten. **10**



In den Produktionshallen muss es zwangsläufig immer genauer zugehen. Methoden, wie Lack und Karosserie zu noch mehr Maßhaltigkeit gelangen, zeigen Beiträge im Special Karosserie und Lack. **74**

Die ISO/TS 16 949 stellt eine weltweit gültige, neue Norm dar, die sowohl für die Automobilhersteller als auch die Zulieferer Gültigkeit hat. Das VDA-Engagement in dieser Frage wird in der Titelstory dargestellt. **26**



Wer einen Preis für gute Zusammenarbeit erhält, muss in allen Disziplinen gut sein. Porsche nennt drei Hauptfelder: Kommunikation, Partnerschaft und Engagement. **20**

SZENE

Compact: Q-News **6**

OEM

Audi, BMW und Opel: Qualität als Erfolgsgarant **10**

Ford: Six Sigma-Werbetrommel für die Qualität **16**

Q-Awards: Lob und Preis **20**

Innovationspreis: Ausgezeichneter Stahl **24**

TOTAL QUALITY MANAGEMENT

Titelstory VDA-QMC und -InQ: Mit Norm in Form **26**

Zuverlässigkeit: Systematisch besser werden **30**

Bordnetze: Die komplette Lieferkette im Blick **36**

REK-System: Reklamation als Chance **38**

Quality-Tools: Verschraubungstechnologien **42**

Q-Software: Dem Fehler einen Schritt voraus **44**

Prüftechnik: Vereinheitlichung bei Hella **44**

Bildverarbeitung: Schaltrad-Inspektion **46**

Null-Fehler-Strategie: Schnelle Fehlererkennung **48**

Produktplanung: Drei-Phasen-Konzept **50**

Messe Control: Optimieren durch kontrollieren **54**

ZULIEFERER

Interieur: Europäisches Pilotprojekt für Peguform **58**

Räder: Lecksuche an der Felge **60**

Sitze: Näher an die Null-Fehler-Marke **62**

MESSTECHNIK

Krypton: Mobile Messtechnik im Prototypenbau **66**

IBB: Qualität an rotierenden Teilen **68**

Zeiss: Messtechnik unter der Lupe **70**

Mahr: Berührungslose 3D-Messung **70**

Faro: Alle Daten in einen Topf **72**

KAROSSERIE UND LACK

IFW: Auf dem Weg zur makellosen Karosserie **74**

Karmann: Messquartett im Karosseriebau **76**

VW: Lackqualität in Mosel **78**

Personen/Innovationen **80**

Inserentenverzeichnis/Impressum **84**

Systematisch besser werden

Der Umbau des Qualitätswesens beim Klimaspezialisten Behr führte zur Erhöhung der elektrischen und elektronischen Zuverlässigkeit. Nachdem sich das System des Reliability-Managements in diesem Fach bewährte, wurde es auch auf die mechanischen Produktbereiche übertragen.



Produkten ausgeschlossen ist. Durch virtuelles Zerlegen des Produktes in Systeme, Fertigungsprozesse und Software-Prozess erhält Behr die Definition von Zuverlässigkeits-Indikatoren. Das Einsatzprofil enthält auch die Analyse der Bauteile durch Bewertung der Bauelemente, Bauteile und Schnittstellen insbesondere des neuen Produktes auf Risikopotenziale

Die Verifizierung und Validierung geschieht mit Zeitraffer-Lebensdauertests, Nachweis der Prozessfähigkeit und Ausschluss von Risikopotenzialen der Prozesse. Auch die Charakterisierung einer statistisch repräsentativen Anzahl von Produkten bei Raumtemperatur, Tieftemperatur und Hochtemperatur zur Feststellung von Anomalien gehört dazu um das Erkennen von Frühausfällen zu erleichtern.

Zur Prüfstrategie gehört die Festlegung geeigneter Prüfmerkmale

Entwicklung und Produktion im Team: Während des Entwicklungs- und Produktionsprozesses wird ständig gemeinsam an der Verbesserung der Qualität gefeilt.
Bilder: Behr

Voraussetzung für eine Erhöhung der Zuverlässigkeit und Vermeidung kostspieliger Rückrufaktionen ist die Fehlererkennung. Kern der ‚House of Reliability‘-Systematik sind neue Kenngrößen, die nicht nur – wie bisher – die Anlieferqualität eines Produktes beschreiben, sondern auch seine Zuverlässigkeit im Einsatz bewerten. Der Begriff ‚Zuverlässigkeit‘ wird dabei definiert als die Erfüllung der Qualitätsforderung über die Lebensdauer, bei vorgegebenen Anwendungsbedingungen.

Das House of Reliability (HoR) besteht wie ein Gebäude aus aufeinander aufbauenden Etagen, die alle miteinander in Verbindung stehen und rückgekoppelt sind. Das Dach bilden die Erfahrungen aus der Feldbeobachtung, die in die einzelnen Elemente zurück fließen.

Da nur die Statistiken aus dem Feld die Zuverlässigkeit eines Produktes unter den realen Einsatzbedingungen und alle relevanten Belastungsfaktoren widerspiegeln, bilden sie als Feedback auch Fundament und Basis des HoR.

Durch dieses Zuverlässigkeits-System, das analytische, prüfende, organisatorische und statistische Verfahren enthält, können Schwachstellen zu einem sehr frühen Zeitpunkt im Produkt-Entstehungsprozess erkannt und beseitigt werden.

Das Wissensmanagement und die Schwachstellen-Analyse via Checkliste, enthält alle bei diesen Produkten aufgetretenen Fehler bei Lieferanten, in der Fertigung bei Behr und bei Kunden. Mit dieser Checkliste wird systematisch geprüft, ob eine Wiederholung der Fehler bei neuen

und deren Toleranzgrenzen und – ganz wichtig – die Reduzierung der Prüfaufwendungen und damit der Qualitätskosten (Q-Kosten).

Zur Feldbeobachtung dient eine Analyse der Feldausfälle und Rückkoppelung der Ergebnisse in kontinuierliche Verbesserungsprozesse (KVP). Auch hierbei ist die Betrachtung der kalkulierbareren Q-Kosten unumgänglich.

Schließlich benötigt der Qualitätsmanager ein Feedback in Form von Sammlung aller Fehler und Erfahrungen in einer Wissensdatenbank, um mit ihrer Hilfe zu effizienteren und schnelleren Entwicklungsprozessen zu gelangen.

Durch das Reliability-Management wird bei Behr sichergestellt, dass alle elektrischen, elektronischen, elektromechanischen und mechanischen

Produkte und Baugruppen auf Risikopotenziale überprüft werden.

Diese Risikobetrachtung erfolgt zusätzlich zu einer Vertragsprüfung und einer Herstellbarkeits-Analyse, die beide weitere Risikopotenziale aufdecken. Die Vertragsprüfung beispielsweise, entscheidet darüber, ob bestimmte Anforderungen an ein Behr-Produkt unter den gegebenen Bedingungen überhaupt erfüllbar sind. Etwa die Heiz- und Kälteleistung einer neuen Klimaanlage. Sind die Bedingungen nicht erfüllbar, werden dem Kunden, also Kfz-Her-

Die Herstellbarkeits-Analyse deckt Risikopotenziale auf

steller, Änderungen im Lastenheft vorgeschlagen.

Bei der Herstellbarkeits-Analyse wiederum wird nicht nur die grundsätzliche Herstellbarkeit einer Komponente geprüft, sondern auch die beste Art der Herstellung vorgeschlagen. Dies schließt technische, wirtschaftliche und ergonomische Gesichtspunkte mit ein.

FMEAs (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalysen) werden in der Produktentstehungsphase regelmäßig durchgeführt und abschnittsweise aktualisiert. Diese Risikobetrachtungen sind obligatorisch; sie sind in einem Zuverlässigkeits-Programmplan

beschrieben. In ihm sind die sieben Elemente des Reliability-Managements einbezogen. Das Reliability-Management wird auf alle strategischen Kaufteile angewandt, beispielsweise auf Gebläseregler, Gebläsemotoren, PTC-Regler, Schrittmotoren, Sensoren und Aktuatoren.

Die genaue Beschreibung der realen Einsatzbedingungen etwa eines elektrischen oder elektromechanischen Produktes mit allen Beanspruchungen und Belastungen ist eine wichtige Voraussetzung zur Erfüllung des Zuverlässigkeits-Zieles.

Das Einsatzprofil eines Gebläsereglers beispielsweise enthält Angaben über Einsatzgebiet, Einbauort, Einbaulage, Schnittstellen, Montage- und Demontageanforderung, Lebensdauer, Lastkollektiv und Lastprofil, klimatische, mechanische und elektrische Beanspruchungen, Werkstoffe, Medienbeständigkeit, Dichtigkeit, Geruchs- und Geräuschentwicklung, Brenn- und Foggingverhalten sowie Recyclingfähigkeit.

Die einzelnen Anforderungen an das Produkt werden aus Lasten- und Pflichtenheften, den definierten Qualitätszielen und der realen Umgebungsbeanspruchung entnommen

und zusammen mit dem Kunden ermittelt.

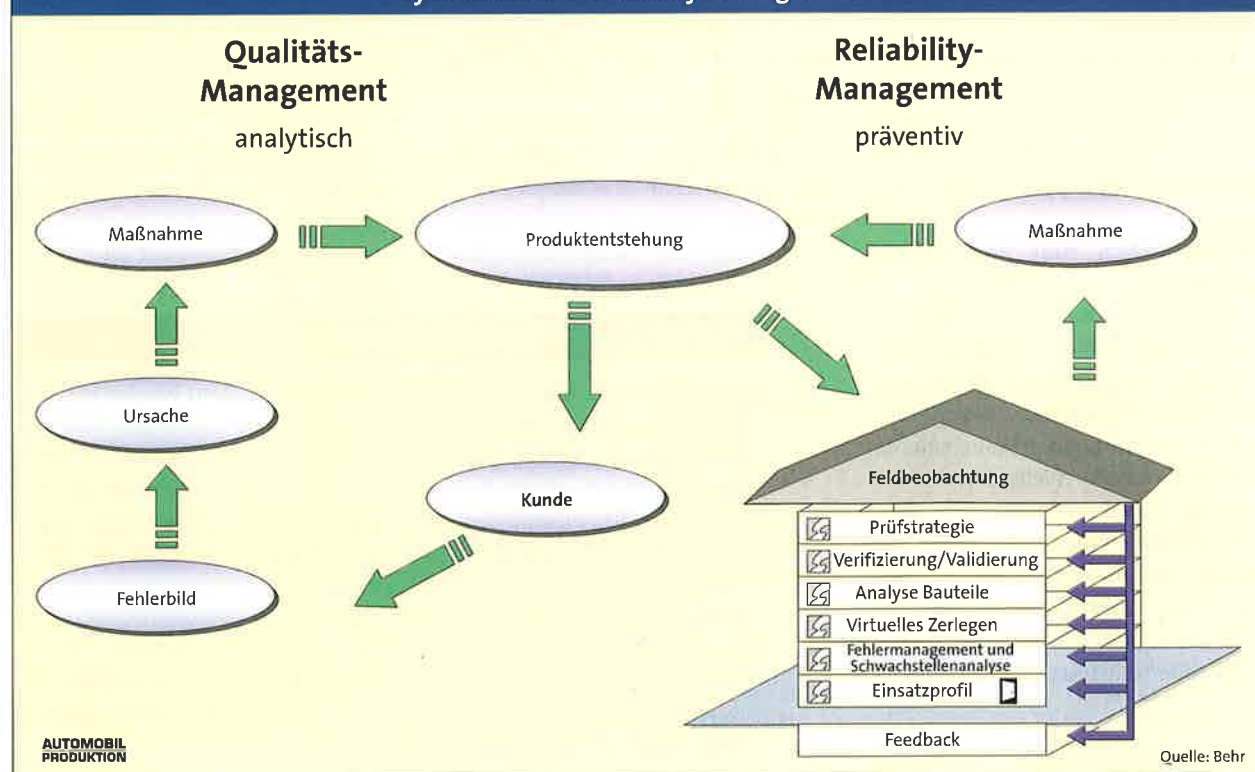
Das Wissen über Fehler und Mängel aus Produktions- und Felderfahrungen sowie Risiken aus der FMEA-Bewertung anderer vergleichbarer Produkte sind in einem Schwachstellen-Datenblatt zusammengefasst. Dieses ist ein Auszug aus der Wissensdatenbank von Behr, in der alle für die Zuverlässigkeit von Produkten wichtigen Erkenntnisse gespeichert sind.

Bei der Entwicklung eines elektronischen Produktes, beispielsweise eines neuen Reglers, liefert die Wissensdatenbank dem Elektronik-Entwickler alle Erkenntnisse über diese Komponenten.

Will er etwa auf der Leiterplatte einen Messwiderstand für die Stromstärke einsetzen, so erfährt er in der Wissensdatenbank, dass sich bei einem Messwiderstand aus Manganin im Betrieb unter Wärmestress an den Lötstellen eine amorphe intermetallische Phase bilden kann. Diese kann zur Lockerung der Lötverbindung führen. Auch die Lösung des

Qualitätsmanagement versus Reliability-Management: Mit der neuen Systematik des Reliability-Managements werden Aussagen über die Zuverlässigkeit von Produkten und Bauteilen möglich. Die Elemente und Feedback des ‚House of Reliability‘ sind unter dem Dach unten rechts dargestellt.

Systematik des Reliability-Managements





Dipl.-Ing. Peter Aubele, Autor dieses Beitrages, ist seit 2003 Leiter des Qualitätsmanagements der Behr-Gruppe und damit für die Qualitätsstandards im Konzern zuständig. Außerdem ist er Lehrbeauftragter für Qualitätsmanagement an der Fachhochschule Aalen.

Das House of Reliability wurde vom Q-Chef des Hauses Behr entwickelt und wird in alten Werken eingeführt

Inhalte des House of Reliability			
	Erfahrungsbasierender Ansatz	Rückwirkende Betrachtung	Präventive Betrachtung
Realitätsnähe	– personenabhängig – schwierig bei neuen Technologien	+ exakt + beinhaltet intrinsische Mechanismen	– Modell
Zeitbezug	– historischer Ansatz	– Echtzeit-Betrachtung	+ Ergebnisse verfügbar vor SOP
Kosten für Testanlagen	+ niedrig	+ mittel	– erhöhte Testkosten z.B. Testanlagen erforderlich
Risiken	– hoch – schwierige Voraussagen	– hoch – zeitlich verspätete Kenntnis im Fehlerfall	+ niedrig + Zuverlässigkeitsaussagen möglich
Bemerkungen		+ systematisch	+ systematisch
Quelle: Behr			AUTOMOBIL-PRODUKTION

Problems kann er dem Datenblatt entnehmen: Bei Einsatz eines Shunts aus Manganin muss dieser mit anrollierten Kupferplättchen versehen sein. Dieses Wissen steht weltweit jedem Entwickler im Behr-Konzern zur Verfügung.

Entdeckt worden sind die Schwachstellen bei früheren Projekten, sowohl bei Sublieferanten als auch bei Behr, und aus der Analyse von Feldausfällen. In die Wissensdatenbank werden auch alle wichtigen Kaufteile aufgenommen. Jedes Problem, das mit diesem Teil aufgetreten ist, und die Lösung des Problems werden darin dokumentiert. Ebenso alle für die Zuverlässigkeit

Jedes Problem und dessen Lösung sind dokumentiert

wichtigen Eigenschaften, wie zum Beispiel die elektromagnetische Verträglichkeit des Teils.

Beim virtuellen Zerlegen werden die Produkte und Prozesse auf die für die Zuverlässigkeit relevanten Ebenen herunter gebrochen: Bauelemente, Prozesse der Bauelement-Herstellung, Platine/Hybrid, Verbindungstechniken und Produktionsprozesse sowie Schnittstellen.

Der Einfluss der einzelnen Ebenen auf die Zuverlässigkeit wird getrennt betrachtet. Beispielsweise die Temperatur-Einwirkung auf die Zuverlässigkeit der elektronischen Bauelemente beim Reflow- oder Wellenlöten.

Auch die Bewertung der Software-Entwicklung wird schon zu diesem frühen Zeitpunkt geplant. Betrachtet werden das System, die Systemintegration und die Dokumentation und Tests.

Außerdem werden die Qualitätsmerkmale definiert, die im späteren Endtest der Produktionslinie als Indikatoren für potenzielle Frühausfälle herangezogen werden können.

Die Bauteile aus dem ‚virtuellen Zerlegen‘ werden hinsichtlich ihrer Risikopotenziale bewertet und in einer Risikokomponentenliste zusammengefasst. Der Schwerpunkt der Bewertung liegt auf Zuverlässigkeits- und Prozessmerkmalen. Dabei sind folgende Fragen zu beantworten:

- Liegt ein neues Bauelement vor?
- Liegt ein neues Einsatzprofil vor?
- Wurden bereits Requalifikationen für dieses Bauelement durchgeführt?
- Existieren Alternativkomponenten/-lieferanten?
- Existieren negative Erfahrungen in anderen Projekten?

Die Risiken werden nach Ursachen, nach deren Auswirkungen und Folgerisiken analysiert. Bei einem neuen Bauelement, etwa einem Keramik-Kondensator, können Risiken in der Versorgungssicherheit liegen und in einer Einschränkung der Zuverlässigkeit im Einsatzbereich.

Qualifikationen und Requalifikationen sind auch für die Produktion

sehr wichtig. Wird beispielsweise ein elektronisches Bauelement auf eine Leiterplatte gelötet, müssen die Lötbedingungen, etwa der maximale Temperatursprung und die Geschwindigkeit des Temperaturanstieges, strikt eingehalten werden. Dies wird im Prozessaudit geprüft.

Bei einem neuen Einsatzprofil liegt ein Risiko darin, dass der Einsatzbereich des Produktes bisher nicht bekannt ist, somit auch keine Erfahrungen vorliegen und keine Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit bekannt sind. Deshalb wird besonders auf die Eignung der Bauelemente sowie auf Verbindungstechniken und Schnittstellen geachtet.

Die Skala, mit der die obigen Risiken bewertet werden, enthält folgende Einstufungen:

- 1-Standard: Keine Maßnahmen erforderlich.
- 2-Standard: Alternativ-Bauelement suchen, z. B. bei Einsatz eines ‚Exoten‘ prüfen, ob ein Standard-Bauelement einsetzbar ist.
- 3-gefährdet: Prozesssicherheit überprüfen. Bei kritischen Applikationen modifiziertes Bauteil einsetzen, beispielsweise Parallelanstelle von Reihenschaltung.

Reliability-System in Kürze

Die Elemente des Zuverlässigkeits-Managements bei Behr sind in mehreren Konstruktionsnormen zusammengefasst, die schon heute bei allen elektrischen, elektromechanischen und bei mechanischen Komponenten wie Kühler, Verdampfer und Kondensatoren angewendet werden.

Erste Erfahrungen mit dem Zuverlässigkeits-Management zeigen, dass die Feldausfälle be-

trächtlich reduziert werden konnten: Bei einer Serienproduktion waren es 8 ppm, bei einer anderen sogar nur fast unglaubliche 2 ppm. Die ‚schlechteste‘ Serie lag mit 22 ppm immer noch im Bereich höchster Ausfallsicherheit. Durch das Zuverlässigkeits-Management tendieren die Feldausfälle gegen Null. Außerdem wurden die Produktentwicklungszeiten deutlich verkürzt.