








Zuverlässigkeitsanalyse mit dem Wuppertaler Zuverlässigkeitsprognosemodell (ZPM)

Das Wuppertaler Zuverlässigkeitsprognosemodell ist ein funktionales Tool zur validen und schnellen Auswertung von Garantie- und Kulanzdaten. Die Ergebnisse des ZPM lassen sich schon jetzt in vielen Bereichen anwenden und können häufig schnell auf neue Fragestellungen angepasst werden. Im Folgenden finden sich Kapitel zum Nutzen des ZPM, zu den benötigten Daten für eine Analyse sowie eine kurze Beschreibung des Modellablaufs.




1 Nutzen einer Zuverlässigkeitsanalyse mit dem ZPM

Die Ergebnisse des Zuverlässigkeitsprognosemodells lassen sich vielfältig nutzen. Der Hauptentwicklungsfokus lag ehemals auf der Bestimmung der Zuverlässigkeitskenngrößen. Im Laufe der Entwicklungszeit haben sich aber weitere Fragestellungen ergeben, die ein breites Anwendungsportfolio ermöglicht haben. Eine thematische gegliederte Zusammenstellung der Anwendungsmöglichkeiten findet sich in den folgenden Abschnitten.




1.1 Warranty Management

-  Kalkulation von zukünftigen Garantie- und Gewährleistungskosten
-  Risikomanagement bei Garantiezeiterweiterung
-  Kalkulation von Serienersatzbedarf oder Endbevorratungsmengen im Ersatzteilmanagement
-  Aufdeckung von Garantiebetrug
-  Möglichkeit der Lieferantenbewertung/-kontrolle
-  Statistische Auswertung des Zulassungsverzugs (Optimierung Supply-Chain-Management)
-  Statistische Auswertung des Meldeverzugs (Optimierung Informationsfluss Zulieferer-Kunde oder intern)

1.2 Funktionale Sicherheit (ISO 26262, IEC 61508)

-  Erstellung eigener Ausfallraten unter Berücksichtigung der spezifischen Belastung Ihrer Komponenten
-  Möglichkeit zum Nachweis der Betriebsbewährtheit - Proven-in-Use gemäß ISO 26262
-  Nachweis der Normenkonformität

1.3 Informationen Forschung & Entwicklung

-  Bewertung von Systemmodifikationen
-  Hilfe bei der Komponentenauswahl
-  Einsatz betriebsbewährter Komponenten

1.4 Allgemeine Vorteile

- 📄 Statistische Auswertung der firmeneigenen Felddaten mittels bewährtem Modell
- 📄 Jahrelange Anwendung bei namhaften OEM und Zulieferern
- 📄 Sowohl reine Datenauswertung als auch Interpretation durch Experten möglich
- 📄 Kontinuierliche Weiterentwicklung (Stand der Wissenschaft)

1.5 Statistischer Umfang (wählbare Module)

- 📄 Auswertung Fahrleistungsdaten mittels theoretischer Funktionen (Weibull-, Lognormal-, Normalverteilung)
- 📄 Ermittlung theoretischer km-bezogener Zuverlässigkeitskenngrößen (Ausfall- und Überlebenswahrscheinlichkeit, Ausfallrate, Ausfalldichte)
- 📄 Auswahl der Ausfallverteilung möglich (Weibull-, Lognormal, Normalverteilung), mit mathematischer Bewertung der Anpassungsgüte
- 📄 Grafische Darstellung empirischer und theoretischer Zuverlässigkeitskenngrößen (auch zur ergänzenden visuellen Kontrolle)
- 📄 Auswahl der gewünschten Parameterschätzverfahren oder manuelle Anpassung mittels Wizard möglich
- 📄 Anwärterprognose bei zensierten Daten mittels Methode nach Pauli
- 📄 Modul zu Verwertung zeitnaher Garantiedaten (Berücksichtigung Zulassungs- und Meldeverzug, inklusive der grafischen Darstellung)
- 📄 Modul zur Berücksichtigung von Teilpopulationen (epidemische Ausfallbilder)
- 📄 Ermittlung zeitabhängiger Zuverlässigkeitskenngrößen auf Basis der km-abhängigen Zuverlässigkeitskenngrößen (Einbeziehung der spezifischen Belastung durch die Fahrleistung)
- 📄 Möglichkeit zur Berechnung konstanter Ausfallraten über definierte Zeiträume (z.B. zur Verwendung in weiteren Analysen, wie Fehlerbaumanalyse, Markov-Prozess, etc.)
- 📄 Grafische Darstellung der zeitabhängigen Zuverlässigkeitskenngrößen
- 📄 Automatische Berechnung von Garantiekosten
- 📄 Automatische Berechnung von Serienersatzbedarf
- 📄 Automatische Berechnung von Endbevorratungsmengen (EOL)
- 📄 Modul zur Berücksichtigung des Kundenverhaltens

Seite 3/5 **2 Benötigte Daten**

Das Wuppertaler Zuverlässigkeitsprognosemodell (ZPM) ist im besonderen Maße auf die Eingangsdatenbasis angewiesen. Es gibt hierbei Informationen, die zwingend in den Garantiedaten enthalten sein müssen, wenn eine km- oder eine zeitbasierte Zuverlässigkeitsprognose erfolgen soll. Darüber hinaus existieren optionale Daten, die für eine Verbesserung der Prognosegüte oder auch für weitere Fragestellungen zum Einsatz kommen können (hier gekennzeichnet mit opt.):

- ⑩ **Erstzulassungsdatum des Fahrzeugs,**
- ⑩ **Ausfalldatum und Kilometerstand zum Ausfalldatum,**
 - diese Information ist oftmals nicht bekannt, dann kann das Reparaturdatum verwendet werden
- ⑩ **Reparaturdatum und Kilometerstand zum Reparaturdatum,**
- ⑩ **Dauer der Garantiezeit,**
- ⑩ **Bezugsmenge** für den Betrachtungszeitraum (wenn nicht bekannt, dann kann aus der Zulassungs-, Verkaufs- oder Fertigungsmenge die Bezugsmenge abgeleitet werden)
 - *opt.: nach Monaten aufgeteilt,*
- ⑩ **Teilmarktfaktor:** Anteil des beobachteten Marktes am Gesamtverkaufsmarkt der Komponente (opt.: zusätzlich Aufteilung nach Kunden)
- ⑩ **Rücklaufquote:** Anteil der defekten Geräte, die zur Befundung zurückgeschickt werden,
- ⑩ **Fertigungsdatum des Fahrzeugs**
 - *opt.: wenn der Zulassungsverzug mit berücksichtigt werden soll,*
- ⑩ **Erfassungsdatum des Garantiefalls**
 - *opt.: wenn der sog. Meldeverzug mit berücksichtigt werden soll,*
- ⑩ **ID-Nummer (z.B. Bauteilnummer) der Komponenten, sofern die Daten mehrere Komponenten umfassen (opt.)**
- ⑩ **Wichtige Zusatzinformationen (z.B. Schadteil, Fehlerbeschreibung, länderspezifische Informationen), zur differenzierten Analyse (opt.).**

Bei der Datenzusammenstellung gilt wie immer: Je genauer die einzelnen Daten erfasst sind, desto besser eignen sie sich für die Prognose!

Seite 4/5 **3 Ablauf Zuverlässigkeitsprognosemodell**

In der folgenden Abbildung ist der generelle Ablauf des Wuppertaler Zuverlässigkeitsprognosemodells dargestellt.

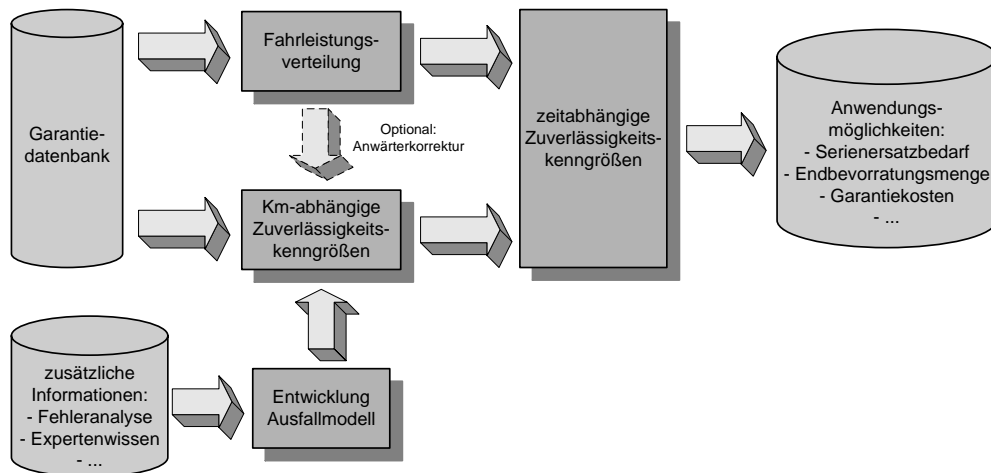


Abbildung 1: Ablaufdiagramm Wuppertaler Zuverlässigkeitsprognosemodell

Das Modell besteht prinzipiell aus drei Schritten, die im Folgenden lediglich kurz beschrieben werden.

Schritt 1:

Aus den vorhandenen Daten wird eine Fahrleistungsverteilung ermittelt. Diese wird zu Vergleichszwecken und für eine spätere einfache Verwendung als jährliche Fahrleistungsfunktion ermittelt. Für Pkw hat sich gezeigt, dass sich die Lognormal-Verteilung für eine Anpassung sehr gut eignet. Aber auch die Anpassung einer Weibull-Verteilung liefert gute Resultate. Für Lkw kann dagegen häufig eine Normalverteilung zugrunde gelegt werden.

Schritt 2:

Parallel zur Fahrleistungsverteilung werden die km-abhängigen Zuverlässigkeitskenngrößen bestimmt. Unter Verwendung der Fahrleistung für die Garantiezeit, die aus der jährlichen Fahrleistung abgeleitet werden kann, lassen sich sogenannte Anwärter berechnen, welche die Prognosegüte erhöhen. Als Anwärter werden zukünftige Ausfälle verstanden, die bei Fahrzeugen zu einem Kilometerstand auftreten werden, den die Fahrzeuge erst zu einem späteren Zeitpunkt erreichen. Es hat sich gezeigt, dass für die Verteilungsfunktion eine Weibull-Verteilung verwendet werden sollte, da zum einen die Anpassungen sehr gut sind und zum anderen die ermittelten Parameter eine gute Vergleichbarkeit mit anderen Ergebnissen zulassen. Bei Bedarf kann die Verteilungsfunktion auch eine Teilpopulation abbilden.

Schritt 3:

Zur besseren Handhabbarkeit werden in der Automobilindustrie gerne zeitabhängige Zuverlässigkeitskenngrößen benutzt. Diese können aus einer geschickten Kombination von Fahrleistungsverteilung und km-abhängigen Zuverlässigkeitskenngrößen und damit direkt aus den ermittelten Verteilungen bestimmt werden. Als Ergebnis erhält man kalenderzeitbasierte Kenngrößen, deren Verteilung identisch mit der km-basierten Verteilungsfunktion ist und die sich lediglich in den Verteilungsparametern unterscheiden.



Seite 5/5 Mit den verschiedenen Ergebnissen können anschließend dann viele Fragestellungen der Zuverlässigkeitstechnik aber auch Themen aus dem Supply-Chain-Management oder dem Qualitätsmanagement beantwortet werden (siehe Kapitel 1).