

Technische Statistik und statistische Versuchsplanung

**Einführung in statistische Methoden
mit Anwendungsschwerpunkt in der Analyse technischer Daten**

für

Techniker, Ingenieure und Naturwissenschaftler

Version 8.5

Dr. Theo Wember



Dr. Theo Wember
Training und Coaching
Technometrie und statistische Methoden
Mobil: +49 171 53 106 86
theo.wember@versuchsplanung.de
<http://www.versuchsplanung.de/>

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

2 Daten und statistische Modelle

- 2.1 Datenquellen
 - 2.1.1 Daten aus Produktionsarchiven
 - 2.1.2 Daten bei Forschungs- und Entwicklungsprojekten
- 2.2 Daten- und Meßtypen
- 2.3 Ziel- und Einflußgrößen
- 2.4 Klassifikation statistischer Verfahren nach Datentypen
- 2.5 Beispieldatensatz

3 Grundlegende Konzepte der Statistik

- 3.1 Stichproben
- 3.2 Theoretische Modelle für stat. Verteilungen
 - 3.2.1 Diskrete Verteilungen
 - 3.2.2 Stetige Verteilungen
- 3.3 Graphische Beschreibung einer Verteilung
- 3.4 Verteilungsmaße
 - 3.4.1 Lagemaße
 - 3.4.2 Streumaße
 - 3.4.3 Zusammenhang zwischen Quantilen und Standardabweichung („Überdeckungswahrscheinlichkeiten“)
 - 3.4.4 Formmaße
- 3.5 Beschreibende Statistik am Beispieldatensatz
- 3.6 Plausibilitätsprüfungen

4 Statistische Landkarte

5 Regressionsverfahren

- 5.1 Korrelationen
 - 5.1.1 Grundlagen
 - 5.1.2 Korrelationsmatrizen
 - 5.1.3 Weitere Begriffe aus der Korrelationsrechnung
- 5.2 Regressionsmodelle
- 5.3 Leitbeispiel für Regressionsmodelle
- 5.4 Parameteranpassung durch die Methode der kleinsten Quadrate
- 5.5 Überprüfung der Ergebnisse
 - 5.5.1 Gütemaße der Regression
 - 5.5.2 Modellgleichung und Signifikanz der Modellterme
 - 5.5.3 Schrittweiser Anpassungsprozeß und Kollinearitäten
 - 5.5.4 Reststreuungsanalyse
- 5.6 Durchführung einer Regressionsanalyse mit Cornerstone

- 5.6.1 Überblick über die Objekte einer Regressionsanalyse
- 5.6.2 Praktische Hinweise zur Durchführung einer Regression
- 5.6.3 Hilfsmittel zur Berichterstellung
- 5.7 Hauptkomponentenanalyse
- 6 Varianzanalyse**
 - 6.1 Beispiel und grafische Darstellungsmöglichkeit
 - 6.2 Fragestellungen und Modelle
 - 6.3 Behandlung von Fragestellungen durch statistische Tests
 - 6.4 Durchführung von Varianzanalysen mit bbn-Cornerstone
 - 6.5 Modelle mit zufälligen Effekten
 - 6.6 Multivariate Varianzanalyse
- 7 Statistische Versuchsplanung**
 - 7.1 Problemstellung und Ziel
 - 7.2 Modellvorstellungen bei statistischer Versuchsplanung
 - 7.2.1 Versuchsplanungsbereich
 - 7.2.2 Funktionsansatz
 - 7.2.3 Versuchsplanungsphasen und methodische Schritte
 - 7.3 Versuchspläne („Designs“) bei Regressionsmodellen
 - 7.3.1 Konstruktionsprinzipien für Versuchspläne und Versuchsplantypen
 - 7.3.1.1 Vollfaktorielle Versuchspläne
 - 7.3.1.2 Teilfaktorielle-Versuchspläne (fractional factorial designs)
 - 7.3.1.3 Plackett-Burman-Designs
 - 7.3.1.4 D-optimale Versuchspläne
 - 7.3.1.5 Zentral-zusammengesetzte Versuchspläne („Central-Composite-Designs“)
 - 7.3.1.6 Box-Behnken Versuchspläne
 - 7.3.1.7 Weitere Versuchsplantypen
 - 7.3.2 Versuchspläne für die Aussiebungphase („Screening Designs“)
 - 7.3.2.1 Vermischung von Effekten bei Auflösung 3
 - 7.3.2.2 Vermischung von Effekten bei Auflösung 4
 - 7.3.2.3 Vermischung von Effekten bei Auflösung 5
 - 7.3.2.4 Paarvergleiche
 - 7.3.3 Versuchspläne für die Zielgrößen-Modell- Phase („RSM Designs“)
 - 7.3.4 Versuchspläne für Robustheitsanalysen („Taguchi Designs“)
 - 7.3.5 Mischungs-Experimente („Mixture Designs“)
 - 7.3.6 D-optimale Versuchspläne
 - 7.4 Praktische Aspekte bei der Versuchsplanerstellung
 - 7.4.1 Wahl des Versuchsplanungsbereichs
 - 7.4.2 Wahl der Versuchsplangröße (n=???)
 - 7.4.3 Versuchsplanung und strukturierte Vorgehensweise
 - 7.4.4 Auswertungsmethoden
 - 7.4.5 Wünschbarkeitsfunktion
 - 7.5 Versuchspläne bei reinen Varianzanalyse-Problemen
 - 7.5.1 Konstruktionsprinzipien für Versuchspläne
 - 7.5.2 Versuchspläne für Blockbildungsmodelle
 - 7.5.3 Feldversuche
 - 7.5.4 Randomisierung

8 Statistische Methoden („OnLine“) am Prozeß

- 8.1 Evolutionsstrategien („Evolutionary Operation“)
 - 8.1.1 Prozeß als rückgekoppeltes System
 - 8.1.2 Vorgehensweise beim EVOP Verfahren
 - 8.1.2.1 Zwei-Faktor-EVOP
 - 8.1.2.2 Drei-Faktor-EVOP
 - 8.1.3 Auswertung von EVOP-Daten
 - 8.1.3.1 Auswertung per Tabellenkalkulationssoftware
 - 8.1.4 Praktische htmlekte beim Start eines EVOP-Programms
- 8.2 Statistische Prozeßregelung (SPC)
 - 8.2.1 Grundlegende Beschreibung
 - 8.2.2 Vorgehensweise
 - 8.2.3 Regelkartentypen
 - 8.2.4 Eingriffgrenzen und Regelverletzungen
 - 8.2.5 Praktische htmlekte bei der Einführung von Regelkartentechnik
 - 8.2.6 Verbindung zu Regressionsmethoden
- 8.3 Prozeßfähigkeitsuntersuchungen
- 8.4 Überlebenszeitanalysen
 - 8.4.1 Zensierungszeiten
 - 8.4.2 Statistische Verteilungen für Lebensdauerbetrachtungen
 - 8.4.2.1 Binomialverteilung
 - 8.4.2.2 Weibullverteilung
 - 8.4.2.3 Normalverteilung und Lognormalverteilung
 - 8.4.3 Schätzung der Verteilungsparameter aus Stichproben
 - 8.4.3.1 Wahrscheinlichkeitspapier und Regression
 - 8.4.3.2 Maximum Likelihood Schätzung
 - 8.4.4 Spezielle Situationen
 - 8.4.4.1 Abschätzung von Ausfallraten bei Nullfehler Resultaten
 - 8.4.4.2 Maximum Likelihood Schätzung bei genau einem Ausfall
 - 8.4.5 Software- und Literaturhinweise zur Lebensdaueranalyse
- 8.5 Stichprobenprüfpläne

9 Spezielle Methoden

- 9.1 Statistische Toleranzberechnung
 - 9.1.1 Toleranzberechnungen beim Systemdesign
 - 9.1.2 Bedingungen für die Gültigkeit der Streuungsformel
 - 9.1.3 Transformierte Größen
 - 9.1.4 Statistische Verteilung der Gesamtgröße
 - 9.1.5 Optimale Aufteilung des Toleranzverbrauchs auf die Einzelgrößen
 - 9.1.6 Toleranzberechnung auf der Basis von Meßdaten
 - 9.1.7 Simulation
- 9.2 Statistische Modelldatenbanken
 - 9.2.1 Modelldatenbank für Regressionsmodelle

10 Glossar und Literatur

- 10.1 Glossar wichtiger Begriffe
- 10.2 Liste der Tabellen
- 10.3 Liste der Abbildungen
- 10.4 Liste der Beispiele
- 10.5 Literatur