h_da
HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
fbmn
FACHBEREICH MATHEMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Prof. Dr. Andreas Thümmel

Hochschule Darmstadt – University of Applied Sciences
Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften

Schöfferstr. 3
Geb. C10, Raum 9.31
D-64295 Darmstadt

Tel.: +49 (6151) 163-7951
Email: thuemmel@h-da.de
Web: http://www.thuemmel.eu

Übungsaufgabenblatt No. 4 zur Vorlesung QM

13. Dezember 2025

Für die hier im folgenden durchzuführenden Analysen steht Ihnen die Datei 'Aufg4.xlsm' zur Verfügung. Bitte nehmen Sie vor Beginn der Bearbeitung die Individualisierung der Daten über Ihre Emailadresse vor.

Aufgabe 1: (Anwendung zweifache ANOVA: MSA 'gekreuzt')

In der o.g. Excel-Datei sind zudem Daten für eine sog. 'Messsystemanalyse gekreuzt', 'Teile' ist das Material ('Bauteil), 'Prüfer' ist der Messende und 'Messwerte' das Messergebnis der Untersuchung.

Führen Sie die MSA entsprechend durch und analysieren Sie die folgenden Ergebnisbestandteile:

- die 6 Grafiken der Ausgabe
- die Streuungsanteile (Varianz und Standardabweichung) nach den Kriterien der AIAG
- die Anzahl der Kategorien nach dem Kriterium der AIAG
- lassen Sie sich zudem noch die Wahrscheinlichkeiten einer Fehlklassifikation anzeigen für ein sinnvoll gewähltes USG-OSG-Paar.

Aufgabe 2: (Einfache Lineare Regression, Anwendung: Messsystemanalyse bzgl. Linearität und systematische Abweichung)

Führen Sie für die Daten in den Spalten 'Referenzwert' und 'Messwert' zu den unterschiedlichen 'Bauteilen' der Excel-Datei eine lineare Regressionsrechnung durch. Erstellen sie hierfür zunächst die in Minitab angebotene'Anpassungslinie'.

Interpretieren sie das Ergebnis in Bezug auf die folgenden Werte:

- $p - WertderRegression$
- R^2 und $R^2(prog)$

Wie muss die Anpassungslinie im Idealfall sein ? (D.h. welche Werte müssen die Parameter der Anpassungslinie in diesem Fall besitzen ?)
Führen Sie dann eine Untersuchung von Linearität und systematischer Abweichung durch.

Interpretieren Sie die folgenden Ergebnisse:

- $p - Werte$ der Regression zur Linearität des Messystems
- $p - Werte$ der systematischen Abweichung

Korrigieren Sie die Messwerte so, dass die Koeffizienten der Linearitäts-MSA ideal werden. Hierzu bestimmen Sie die Transformationsformel, so dass die Abweichungen der tatsächlich gemessenen Messwerte im Mittel verschwinden.

Aufgabe 3: (Multilineare Regression mit Mischung von attributiven Faktoren und stetigen Variablen)

Gegeben sind die Daten aus der Datei 'Aufg4.xlsm', Spalten 'Material', 'Werk', 'Temp', 'Druck' und (Antwortvariablen) 'Messwerte'.

Analysieren Sie die Daten anhand der Anleitung, die in der Datei 'Analyseschritte GLM + MLRegr.pdf' als Ablauf für eine vollständige Analyse gegeben ist (Ausnahme: Elimination der VIF-Werte ist auszulassen). Als Verfahren wählen Sie die 'Regression'.

Interpretieren Sie explizit:

- $p - Werte$ für die beiden Faktoren
- $Beitrags\%$
- R^2-Wert
- $R^2(prog)$
- $VIF - Werte$
- $Residuen - Grafiken\ (4in1)$
- $Pareto - Diagramme$

Überprüfen Sie das Residuum.

Ermitteln Sie Klassen von Faktorstufen mit ähnlicher Prognose (über 'Vergleiche...').

Prüfen Sie mit Hilfe der 'Prognose', ob das Modell realistische Werte liefert.

Erstellen Sie die Faktordiagramme für alle Terme (nicht nur die Modellterme) und interpretieren Sie diese im Zusammenhang mit der Varianzanalysetabelle.

Führen Sie die Zielgrößenoptimierung so durch, dass:

- Sinterzeit minimal (Sollwert: 45, Obergrenze: 48)
- Zugkraft maximal (Sollwert: 1400, Untergrenze: 1350)

Erstellen Sie zudem Kontour- und überlagertes Konturdiagramm für die nach Optimierung beste Lösung. Als Grenzen setzen Sie in den Konturdiagrammen die Werte aus der Zielgrößenoptimierung.

Welche besten Ergebnisse sind für die unterschiedlichen Werke bzw. unterschiedlichen Materialien möglich ? Sind diese signifikant unterschiedlich ? (Prognose ...)

Zeigen sie anhand der GLM-Optimierung ohne Reduktion der Terme, dass die Berechnungen von GLM und Multilinearer Regression identisch sind.

Aufgabe 4: (Versuchsplan erstellen anhand einer vereinfachten Systemanalyse)

Erstellen sie einen 2-stufigen faktoriellen Versuchsplan für die folgende Einflussfunktion:

$$\vec{y} = (y_1, y_2), \quad \vec{y} = \vec{f}(x_1, \ldots, x_5)$$

mit (die hier angegebenen Faktoren bzw. Variablen sind Beispiele !)

- x_1 : Temperatur
- x_1 : Druck
- x_1 : Zeit
- x_1 : Material

Wählen Sie sinnvolle Stufen für einen Prozess 'Ihrer Wahl' und insg. mind. 12 Einflussgrößen zum Prozess, die Sie in einer vereinfachten Systemanalyse fiktiv eintragen.

Anm.: Sie können auch vier ganz andere Terme wählen ... evtl. aus einem praktischen Prozess, den sie kennen, z.B. aus einem Projekt oder einer Werkstudententätigkeit ... das kann gerne auch ein Dienstleistungsprozess sein.

Aufgabe 5: (Statistischen Versuchsplan nachbilden und analysieren)

Erstellen Sie den 2-stufigen faktoriellen Versuchsplan aus der Excel-Datei, der in den Spalten 'StdOrder' bis 'KühlerTemp' zu sehen ist.

Anm. 1: die Spalten 'Zeit' und 'Temp' müssen manuell in den VP eingebracht werden.

Anm. 2: die 'StdOrder' ist die Reihenfolge der Konstruktion des VP'es, die 'RunOrder' ist lediglich für die Durchführung der Versuche in der Praxis relevant. Um einen Vergleich bestmöglich durchzuführen sortieren Sie den VP um.

Analysieren Sie den Versuchsplan vollständig, ggf. unter Zuhilfenahme der Datei 'Analyseschritte GLM + MLRegr.pdf', bis hin zu einer Zielgrößenoptimierung. Ziel ist es, die Kühlertemperatur auf einen Wert von 114,5 Grad zu bringen.

Welches Prognoseintervall folgt aus dem Modell für diesen Wert ?