

Grundlagen der Versuchsplanung

SS 2020

Prof. Dr. Christine Müller (cmueller@statistik.tu-dortmund.de)

Mirko Jakubzik (jakubzik@statistik.tu-dortmund.de)

Wiebke Dammann (wiebke.dammann@tu-dortmund.de)

Mo 16:15 bis 18:45 Uhr, SrG I 2.008

Statistik III (Schätzen und Testen)

Seminar in Projektform.

Arbeit in 10 Teams (Gruppen).

Dazu ist eine Eintragung in die 10 Gruppen auf Moodle nötig.

1. Durchlauf: Jedes Team führt 1 von 10 verschiedenen Experimenten durch.

2. Durchlauf: Jedes Team führt das Helikopter-Experiment durch.

Welches Team, welches Experiment durchführt, wird im Laufe der Veranstaltung durch Zufallsanordnung zu den Gruppen festgelegt.

- Planung der Versuche beim 1. Experiment
- Präsentation der Versuchsplanung
- Durchführung der Versuche
- Auswertung der Versuche
- Präsentation der Versuchsergebnisse (entfällt diesmal)
- Bericht über das 1. Experiment
- Planung, Durchführung und Auswertung der Versuche des 2. Experimentes (Helikopter-Experiment)
- Poster über das 2. Experiment
- Diskussionsbeiträge bei allen Präsentationen

- Anhand der Präsentationen, des Berichtes und des Posters
- Pro Team eine Präsentation und ein Bericht
- Pro Person ein Poster

Für den Bericht muss die Erklärung von der Homepage der Veranstaltung ausgefüllt und abgegeben werden. In dieser Erklärung muss detailliert dargestellt werden, wer was gemacht hat. Mehrfachnennungen sind möglich. Stellt sich dabei aber heraus, dass dabei getäuscht wurde, ist es ein Täuschungsversuch, der bis zum Nichtbestehen des Teilmoduls führen kann.

- 1) 6.4.20: Entfällt wegen Corona-Krise
- 2) 13.4.20: Ostern
- 3) 20.4.20: Einführung
- 4) 27.4.20: Einführung in die Grundlagen der Versuchsplanung
- 5) 4.5.20: Einführung in die Grundlagen der Versuchsplanung
- 6) 11.5.20: Planung der Versuche des 1. Experimentes
- 7) 18.5.20: Vorstellung der Versuchsplanung
(Teams 1-5, jeweils max. 10 min)
- 8) 25.5.20: Vorstellung der Versuchsplanung
(Teams 6-10, jeweils max. 10 min)

- 9) 1.6.20: Pfingsten
- 10) 8.6.20: Durchführung der Versuche falls möglich
- 11) 15.6.20: Durchführung der Versuche falls möglich
- 12) 22.6.20: Erstellung des Berichtes
- 13) 29.6.20: Planung der Versuche des Helikopter-Experimentes
- 14) 6.7.20: Durchführung der Versuche des Helikopter-Experimentes
- 15) 13.7.20: Durchführung der Versuche des Helikopter-Experimentes

Bericht über 1. Experiment: 6.7.2020

Poster über 2. Experiment: 27.7.2020

Die Berichte, Präsentationen, Daten und Poster müssen in Moodle in die entsprechenden Unterordner hochgeladen werden. Dazu muss sich jeder vorher in Moodle angemeldet haben.

Die Dateien müssen folgende Bezeichnungen tragen:

VersuchX_Präsentation_Versuchsplanung

VersuchX_Bericht

VersuchHelikopter_TeamY_Poster

VersuchX_Daten

VersuchHelikopter_TeamY_Daten

Dabei steht $X=1, \dots, 10$ für die Nummer des Experimentes und $Y=1, \dots, 10$ für das Team.

Präsentationen, Berichte und Poster müssen PDF-Dateien sein. Daten soll im R-Format oder in EXEL gegeben werden.

Die Versuchspläne, an denen Teilnehmer der Veranstaltung eingeplant sind, sollen in Moodle hochgeladen werden und alle Teilnehmer sind verpflichtet, sich vor dem Versuch dort zu erkundigen, wo sie eingeplant worden sind.

10 verschiedene Experimente mit verschiedenen Messungen

Variablentyp	Variable	Messmittel bzw. -methode
diskret	Anzahl	Zählen
stetig	Zeit	Stoppuhr
	Länge	Lineal, Zollstock
	Temperatur	Thermometer
	Gewicht	Waage

Wichtige Nebenbedingungen: Beschränkte Ressourcen in Form von

beschränkter Versuchszeit,
beschränktem Versuchsmaterial,
räumlichen und personellen Beschränkungen.

Buffonsches Nadelproblem

Buffon hat sich die Frage gestellt, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass eine Nadel der Länge a eine Linie eines linierten Papiers trifft, wenn der Abstand d der Linien $d > a$ ist. Diese Wahrscheinlichkeit ist $p = \frac{2a}{d\pi}$. Das kann zur Bestimmung von π genutzt werden, indem man mehrmals eine Nadel auf das linierte Papier wirft. In diesem Experiment soll das Experiment nachgemacht werden. Dabei soll die Wahrscheinlichkeit p bis auf eine Genauigkeit von 0.1 bestimmt werden und daraus die Genauigkeit der Schätzung von π ermittelt werden.

Verfügbare Ressourcen: 1 Blatt Papier DIN A0, 250 Zahnstocher von 6.75 cm Länge , 1 Geodreieck, 1 Lineal.

Kütting, H. und Sauer, M.J. (2014). Diskussion. Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung 22, 132-136.

Stein-Schere-Papier

Bei dem beliebten Kinderspiel “Stein-Schere-Papier” erwartet man, dass “unentschieden” mit Wahrscheinlichkeit $1/3$ auftritt. Warum das nicht der Fall ist, hat der britische Psychologe Richard Cook vor kurzem untersucht, siehe den Zeitungsartikel auf der WWW-Seite zu dieser Veranstaltung. In diesem Experiment soll das Experiment nachgemacht und verbessert werden.

Verfügbare Ressourcen: 4 Tücher zum Verbinden der Augen, Teilnehmer von GdV inkl. Liste mit Angaben zu Geschlecht, Alter, Rechtshändigkeit.

Cook, R., Bird, G., Luenser, G., Huck, S., und Heyes, C. (2012). Automatic imitation in a strategic context: Players of Rock-Paper-Scissors imitate opponents' gestures. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, 780-786.

Geruchstest

Es stellt sich die Frage, ob die Lotion der Firma Yves Rocher (Y) anders als die Lotion der Firma Elkos (E) riecht und wenn ja, welche Lotion besser riecht. Dabei soll die erste Fragestellung mit einem Test zum Niveau 0.05 getestet werden, der mit Wahrscheinlichkeit 0.95 auf einen Unterschied schließt, wenn mindestens die Hälfte aller Personen einen Unterschied riecht.

Verfügbare Ressourcen: 4 identische Fläschchen, zwei mit Lotion Y und zwei mit Lotion E (Y bzw. E stehen auf der Unterseite der Fläschchen), Teilnehmer von GdV inkl. Liste mit Angaben zu Geschlecht, Alter, Rechtshändigkeit.

Gewichtshalbierung

Es soll die Frage untersucht werden, ob in einem schmalen Glas mit 100 g Wasser die vorhandene Wassermenge besser halbiert werden kann als in einem breiteren Glas mit der gleichen Wassermenge. Dabei soll jede Person nur ein Glas bekommen und es soll ein Test zum Niveau 0.05 verwendet werden, der mit Wahrscheinlichkeit 0.95 eine bessere Halbierungsfähigkeit beim schmalen Glas erkennt, wenn der Unterschied größer als das Anderthalbfache der theoretischen Standardabweichung ist.

Verfügbare Ressourcen: schmales und breites Glas, eine 0.5l-Flasche, ein Becher, Waage (wiegt maximal 300g), Waschbecken im Veranstaltungsraum, Teilnehmer von GdV inkl. Liste mit Angaben zu Geschlecht, Alter, Rechtshändigkeit.

Zeitschätzen

Die Frage ist, ob eine vorgegebene Zeitspanne desto genauer angegeben werden kann, je kürzer sie ist. Dabei sollen verschiedene Versuchspersonen jeweils eine von mehreren vorgegebenen Zeitspannen angeben.

Verfügbare Ressourcen: 1 Stoppuhr, Teilnehmer von GdV inkl. Liste mit Angaben zu Geschlecht, Alter, Rechtshändigkeit.

Längeschätzen

Versuchspersonen sollen jeweils zwei verschiedene vorgegebene Längen angeben. Die Frage ist, ob eine der beiden Längen besser hergestellt werden kann. Dabei soll ein Test zum Niveau 0.05 verwendet werden, der mit Wahrscheinlichkeit 0.95 einen Unterschied bei der Herstellung ergibt, wenn der Unterschied mehr als die theoretische Standardabweichung beträgt.

Verfügbare Ressourcen: 2 Lineale, Papier, Teilnehmer von GdV inkl. Liste mit Angaben zu Geschlecht, Alter, Rechtshändigkeit.

Murmel

Die Frage ist, wovon es abhängt, wie weit eine Murmel rollt, wenn sie in einer Röhre mit einem bestimmten Neigungswinkel gestartet wird, die zwei Löcher für die Startposition hat. Dazu kann der Neigungswinkel variiert werden und die Löcher der Röhre können ganz nach oben oder zur Seite zeigen. Beim Start kann die Murmel einfach in das Loch fallen gelassen werden oder der Start wird durch einen Pappstreifen vorgegeben. Es gibt zwei Murmeln und der Untergrund kann der Fußboden oder ein mit einem Plakat belegter Fußboden sein.

Verfügbare Ressourcen: 2 Murmeln, eine Röhre, zwei Legosteine, ein Pappstreifen, ein Plakat, ein Zollstock.

Temperaturmessung

Viele Thermometer geben Innen- und Außentemperaturen an, wobei die Außentemperatur über ein langes Kabel gemessen wird. Die Frage ist, ob die Innen- und Außentemperaturen übereinstimmen und ob es einen Unterschied gibt, wenn Messungen im Gebäude und außerhalb des Gebäudes durchgeführt werden. Hier muss beachtet werden, dass die Thermometer nur sehr verzögert auf Temperaturänderungen reagieren.

Verfügbare Ressourcen: 10 Thermometer.

Wörtererinnern

Die Frage ist, ob zweisilbige Wörter besser erinnert werden, wenn sie nach Kategorien präsentiert werden. Zusätzlich stellt sich die Frage, wie sich das Nennen der Kategorien vorm Versuch auswirkt.

Verfügbare Ressourcen: Papier, Teilnehmer von GdV inkl. Liste mit Angaben zu Geschlecht, Alter, Rechtshändigkeit.

Katapult

Die Frage ist, mit welchen Einstellungen beim Katapult der Ball am weitestens fliegt. Das Katapult hat in einem senkrechten Arm 4 Löchern und im Katapultarm 5 Löcher. Mit 6 Löchern kann bestimmt werden, wo der Katapultarm gestoppt wird. Außerdem kann auf einer Skala von 90 bis 180 mm bestimmt werden, wie weit der Katapultarm zurückgezogen wird. Führen Sie die Optimierung nur mit zwei Faktoren durch, die am besten dafür geeignet sind.

Verfügbare Ressourcen: Katapult mit Ball, Zollstock.

Helikopter

Die Frage ist, wie der Papierhelikopter, beschrieben in Allen S. 37-40 (s. auch WWW-Seite zu dieser Veranstaltung), so verbessert werden kann, dass er möglichst lange in der Luft bleibt. Führen Sie die Optimierung nur mit zwei Faktoren durch, die am besten dafür geeignet sind.

Verfügbare Ressourcen: 2 Scheren, 3 Lineale, kariertes Papier, 1 Stoppuhr

Allen, T.T. (2006). Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma. Statistical Quality Control and Design of Experiments and Systems. Springer, London.

Für die Versuche sollten Sie Papier, Stifte und eventuell ein Smartphone mit Stoppuhr-App und einen Laptop mitbringen.

Für die Erstellung der Präsentationen, der Berichte und der Poster siehe [Leitfaden_fuer_GdV-Berichte.pdf](#).

1. Einleitung (ein Satz reicht bei Präsentationen und Postern)

- Motivation, kurze Beschreibung von Inhalt und Ziel des Experimentes
- kurze Erläuterung der Vorgehensweise
- evtl. kurze Darstellung der zentralen Ergebnisse
- Überblick über die einzelnen Kapitel

2. Problemstellung und Versuchsbedingungen

- Beschreibung der Ziele des Experimentes
- Beschreibung der Versuchsbedingungen

3. Analyse des Problems

- Was ist die interessierende abhängige Variable?
- Was sind interessierende Einflussvariablen und wie können diese variiert werden?
- Was sind mögliche Störvariablen und welche können kontrolliert werden?
- Von welchen Störvariablen soll noch der Einfluss erfasst werden?
- Welche Störvariablen sollen als Blockvariablen aufgefasst werden?

4. Modell, Hypothesen und statistische Auswertungsmethoden

- Mathematische Formulierung des Modells und der Null- und Alternativ-Hypothesen
- **Nennung** der statistischen Auswertungsmethoden inkl. der R-Funktionen. Die Darstellung soll möglichst allgemein sein und sich nicht auf den Spezialfall des Experimentes beziehen.

5. Versuchsplanung

- Genaue Beschreibung der Versuchsplanung und Angabe, was für die Maximierung der Primärvariation, für die Minimierung der Sekundärvariation und für die Identifizierbarkeit dient.
- Verwendung von **Fachbegriffen** wie Eliminierung, Konstanthaltung, Art der Verblindung, Blockbildung, Parallelisierung, Randomisierung, Umwandlung von Störvariablen, Wiederholungsmessung, Wash-out, vollständig randomisierter Plan, randomisierter vollständiger Blockplan, systematisch variiertes vollständiger Blockplan, geschachtelte Blockvariablen, balanzierter unvollständiger Blockplan, lateinisches Quadrat, griechisch-lateinisches Quadrat, Dreiecks-/Vierecks-Test,

5. Versuchsplanung

- Angabe, mit welchen R-Funktionen, was bestimmt wurde.
- Bei Bestimmung eines Stichprobenumfanges soll die Vorgehensweise genau beschrieben werden.
- Angabe, wer, wann, was, wie, unter welchen Bedingungen untersuchen soll.
- Dabei reicht im Hauptteil des Berichtes, in der Präsentation und im Poster die Angabe des Namens der Methode bzw. der R-Funktion, mit der der Versuchsplan und die Randomisierung gewonnen wurde. Die genaue Angabe, wer, wann, was, wie, unter welchen Bedingungen untersuchen soll, kann im Anhang gegeben werden.

6. Versuchsergebnisse

- Verweis auf das Versuchsprotokoll im Anhang bei Bericht und Präsentation
- Wo gab es Abweichungen vom Versuchsplan?
- Welche Probleme traten auf?
- Komprimierte Darstellung der Versuchsergebnisse (für die vollständige Darstellung auf den Anhang beim Bericht bzw. bei der Präsentation verweisen).

7. Statistische Auswertung der Versuchsergebnisse

- Gegebenenfalls Überprüfung der zugrunde liegenden Annahmen
- Ausführliche Darstellung der Ergebnisse, aufbereitet mit Hilfe von Tabellen und Grafiken
- Interpretation der Ergebnisse in Hinblick auf die Problemstellung

8. Zusammenfassung der Ergebnisse

- Kurze Wiederholung der Fragestellung des Experimentes
- Kurze Darstellung der wichtigsten Ergebnisse
- Diskussion der Ergebnisse (mögliche Schlussfolgerungen, Warnung vor Fehlinterpretationen usw.)
- Ausblick (offene Fragen, Hinweis auf mögliche weitere Untersuchungen und Verbesserung der Versuchsplanung usw.)

9. Anhang

10. Literaturverzeichnis (richtig zitieren, siehe Leitfaden!)

Literaturquellen sollten nach folgender Priorität gewählt werden:

1. Bücher
2. Artikel in Fachzeitschriften
3. Artikel in Tagungsbänden und Doktorarbeiten
4. Wikipedia
5. Vorlesungsskripte
6. Bachelor-, Master-, Diplomarbeiten
7. Artikel in populärwissenschaftlichen Zeitschriften oder Tageszeitungen
8. Weitere Internetquellen

Ganz wichtig: Alle Quellen auch Internetquellen müssen vollständig angegeben werden!

Präsentationen:

Faustregel: Eine Seite pro Minute. Aber das ersetzt nicht das Üben des Vortrages vorher!

Präsentation der Versuchsplanung: Diese muss die Gliederungspunkte 1 bis 5 der oben dargestellten Gliederung sowie ein Literaturverzeichnis enthalten. Diese Präsentationen sollen nicht länger als **10 Minuten** dauern.

Präsentation der Versuchsauswertung: Die Gliederungspunkte 1 bis 5 müssen sehr kurz dargestellt werden, während die Gliederungspunkte 6 bis 8 ausführlicher vorgestellt werden müssen. Diese Präsentationen sollen nicht länger als **15 Minuten** dauern.

Layout und Umfang von Berichten: Das endgültige Layout ist jedem Studierenden selbst Überlassen, jedoch sollten folgende Regeln eingehalten werden:

- ausreichend Korrekturrand an allen vier Rändern
- Zeilenabstand 1.5fach
- nicht zu kleine Schriftgröße (z.B. 12pt für Times New Roman)
- einheitliche Schriftart im gesamten Bericht
- Ohne Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Tabellen, Grafiken, Anhang und Literaturverzeichnis sollte der Bericht nicht mehr als **8 Seiten Text** umfassen.

Poster: Die Schrift und die Grafiken sollen bei Postern nicht zu klein gewählt werden. Am besten ist es, sich nach der Vorlage auf der Homepage zu richten.