

Methoden der Sportwissenschaft 2

Arbeitsblatt 2.5: Wiederholung statistischer Grundlagen (aktualisiert am 10.01.2007)

Deskriptive Statistik

Aufgabe der deskriptiven Statistik ist die Beschreibung der beobachteten Merkmalsausprägungen.

	Kenngrößen		
	Maße der zentralen Tendenz	Streuungsmaße	Formmaße
Nominalskalen	Modus	-	-
Ordinalskalen	Modus, Median	Prozentränge	-
Intervallskalen	Mittelwert (M)	Standardabweichung (SD)	Schiefe, Exzess

Abbildung 1: Überblick über die wichtigsten Maße der deskriptiven Statistik

Inferenzstatistik

Die Inferenzstatistik (lat. *infero*; hineinragen; folgern, schließen), auch induktive oder schließende Statistik genannt, beschäftigt sich mit der Frage, wie man von einer Stichprobe, also einer Auswahl von Untersuchungseinheiten, auf die Grundgesamtheit zurückschließen kann, aus der die Stichprobe stammt. Im Folgenden geht es insbesondere um die inferenzstatistische Prüfung von Unterschiedshypothesen.

Sieben Schritte der inferenzstatistischen Entscheidung:

1. Formulierung von H_0 bzw. H_1
2. Festlegung des Signifikanzniveaus (siehe Tabelle 1)
3. Wahl des geeigneten statistischen Verfahrens (siehe Tabelle 2 und Abbildung 2)
4. Zusammenstellung der Voraussetzungen, z. B.: Normalverteilung, Größe der Stichprobe, Art der Stichprobe, Skalenniveau
5. Berechnung der Prüfgröße (mit Hilfe einer Formel oder eines Programms)
6. Bestimmung des "kritischen Wertes" (mit Hilfe von Tafeln; Statistikprogramme liefern die Werte automatisch - siehe Abbildung 3)
7. Die statistische Entscheidung
 - Wenn $t < t_{\alpha, f} \Rightarrow H_0$ wird beibehalten
 - Wenn $t \geq t_{\alpha, f} \Rightarrow H_0$ wird zurückgewiesen und H_1 angenommen

Signifikanzniveau

Über das Signifikanzniveau wird bei einer statistischen Auswertung festgelegt, mit welcher statistischen Sicherheit tatsächlich ein Zusammenhang bzw. ein Unterschied nachgewiesen soll. Mit anderen Worten: Es sagt aus, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Nullhypothese zu Unrecht abgelehnt und die Alternativhypothese angenommen wird. Im Allgemeinen geht man von einem Signifikanzniveau von 5 Prozent aus. Dieses sagt, dass in nur 5 Prozent der Fälle die Nullhypothese zutrifft und somit mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 Prozent tatsächlich ein Zusammenhang bzw. ein Unterschied besteht. Umgekehrt gilt somit, dass das Ergebnis mit einer relativen Sicherheit von 95 Prozent zutrifft. Die Signifikanzprüfung bringt deshalb immer nur eine relative Sicherheit. Eine absolute Sicherheit gibt es nicht!

Tabelle 1: Allgemein übliche Interpretation der Signifikanzgrenzen α bzw. der Irrtumswahrscheinlichkeit p (Clauß & Ebener, 1975, S. 189; vgl. Bös, Hänsel & Schott, 2000, S. 114).

Signifikanzniveau α	$\alpha > 5 \%$	$\alpha \leq 5 \%$	$\alpha \leq 1 \%$	$\alpha \leq 0.1 \%$
Irrtumswahrscheinlichkeit p	$p > 0.05$	$p \leq 0.05$	$p \leq 0.01$	$p \leq 0.001$
Verbale Bedeutung	nicht signifikant	signifikant	sehr signifikant	hochsignifikant
Buchstabensymbolisierung	n. s.	s.	s. s.	h. s.
Graphische Symbolisierung		* oder +	** oder ++	*** oder +++

Das Problem bei der Signifikanzprüfung ist, dass mit der Statistik nicht direkt geprüft wird, ob die zu prüfenden Zusammenhänge oder Unterschiede, die man nachweisen möchte, statistisch signifikant sind. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass keine Zusammenhänge bzw. Unterschiede bestehen. Wenn diese Annahmen (=Nullhypothesen) nicht bestätigt werden, dann nimmt man an, dass die Zusammenhänge bzw. Unterschiede signifikant sind. Dieses Vorgehen führt oftmals zu Verwirrungen.

Zur Wahl des adäquaten statistischen Verfahrens

Tabelle 2: Entscheidungsdiagramm zur Wahl des geeigneten statistischen Verfahrens zur Prüfung von Unterschiedshypothesen.

		2 Stichproben		mehr als 2 Stichproben	
Skalen-niveau	Verteilung	unabhängig	abhängig	unabhängig	abhängig
Nominal	parameter-frei	Chi-Quadrat	McNemar Vorzeichen-test	Chi-Quadrat	Cochran Q-Test
Ordinal	parameter-frei	U-Test	Wilcoxon-Test	Kruskal-Wallis H-test	Friedmann-Test
Intervall	para-metrisch	t-Test für unabhängige Stichproben: 1. für homogene 2. für heterogene Varianzen	t-Test für abhängige (gepaarte) Stichproben	Varianzanalyse	Varianzanalyse

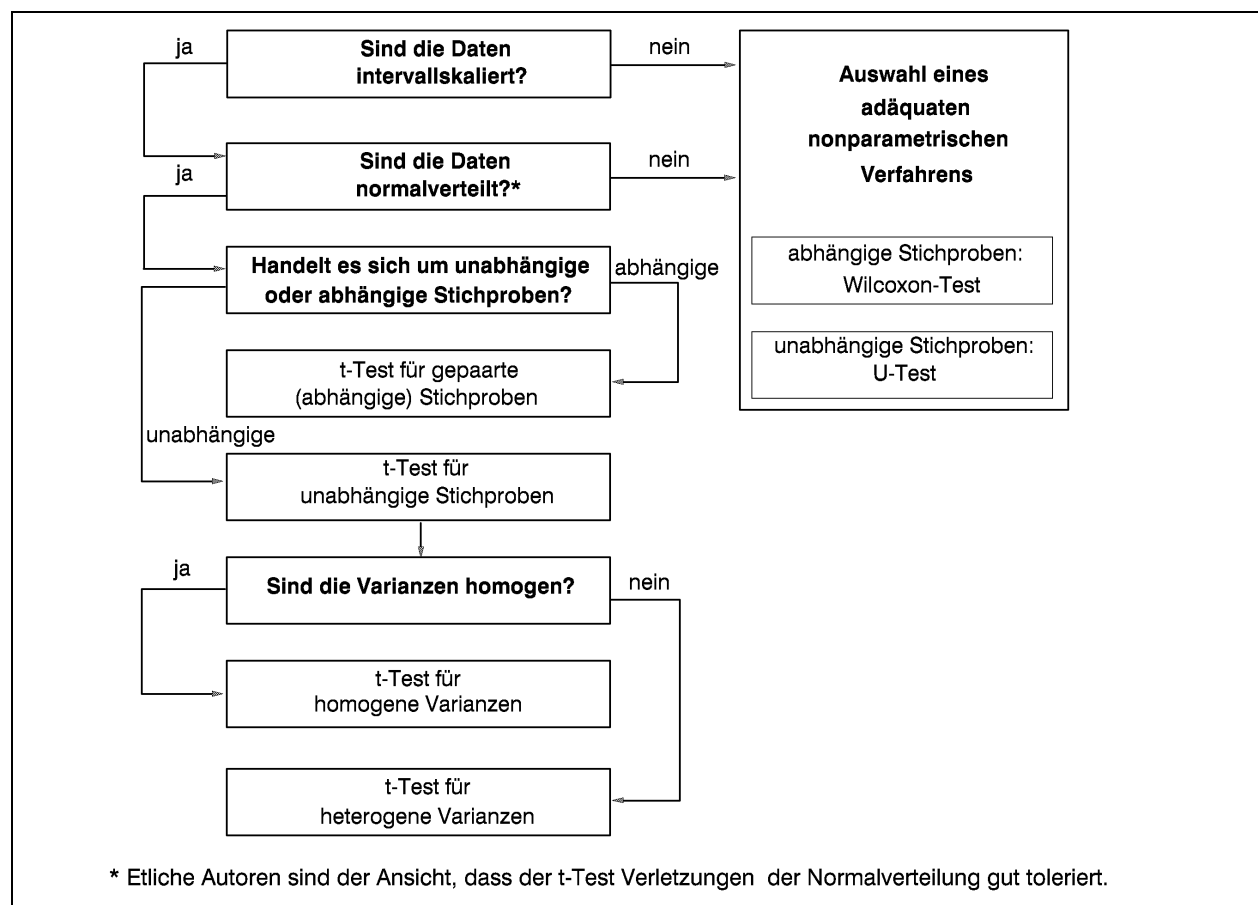


Abbildung 2: Entscheidungsdiagramm zur Wahl eines Verfahrens zur Prüfung von Mittelwertunterschieden von zwei Stichproben.

WinStat - ein Add-In für Excel

Früher war die Berechnung selbst einfachster statistischer Parameter mit sehr viel Rechenaufwand verbunden. Seit dem es leistungsstarke Rechenprogramme gibt, können sogar komplizierte Berechnungen innerhalb von Sekundenbruchteilen vorgenommen werden. Seit Jahren werden Programme wie SPSS® bzw. Statistica® auch in der Sportwissenschaft eingesetzt. Diese Programme haben den Nachteil, dass sie für Studierende zu umfangreich und zu teuer sind. Mit dem Excel-Add-In WinStat® steht jetzt eine echte Alternative auch für Studierende zur Verfügung. Das Programm bewältigt alle Aufgaben, die im Rahmen eines Sportstudiums einschließlich der Staatsexamens- bzw. Diplomarbeit anfallen. Das Programm ist sehr preisgünstig. Aber das Wichtigste: Eine voll funktionsfähige Demoversion gibt es kostenlos im Netz: <http://www.winstat.de>. Die Demoversion ist vier Wochen voll funktionsfähig. Bitte laden Sie sich dieses Programm herunter und installieren Sie es auf Ihrem Rechner. Alle weiteren Hilfen finden Sie in der Datei WINSTAT.HLP.

Bei der Arbeit mit Statistikprogrammen, wie z. B. mit [WinStat](#), werden etliche dieser oben aufgeführten Schritte automatisch abgearbeitet. So werden beispielsweise bei der Durchführung eines t-Tests für unabhängige Stichproben die Mittelwerte, Standardabweichungen, die gültigen N der Stichproben sowie die Ergebnisse des t-Tests als auch des F-Tests (Prüfung der Homogenität der Varianzen) routinemäßig ausgedruckt (siehe Abbildung 3).

t-Test für unverbundene Stichproben						
		N	GEWICHT Mittelwert	95% Vertrauen (±)	Std.Fehler	Std.Abw.
SEMINAR						
	Lang	38	69	3,439754902	1,697626156	10,46487045
	Wydra	45	72,16666667	3,427584151	1,700712863	11,40872872
	gesamte Stichprobe	83	70,71686747	2,40965808	1,211270197	11,03519668
F-Test:						
		F	P			
		1,18852082	0,593807867			
t-Test:						
	Varianzschätzung	T	Freiheits- grade	P		
	Homogen	-1,30814729	81	0,194523514		
	Heterogen	-1,317802925	80,42004659	0,191311331		

Abbildung 3: Bildschirmprotokoll einer Ergebnisdarstellung in [WinStat](#).¹

In diesem Fall ist die Homogenität der Varianzen gegeben ($F=1,18$; $p=0,594$) und die Mittelwerte - hier das Gewicht der Teilnehmer in zwei verschiedenen Seminaren - weichen statistisch nicht signifikant voneinander ab ($T=-1,3$; $p=0,195$). Die Nullhypothese, wonach sich die Gruppen hinsichtlich des Körpergewichts nicht unterscheiden, wäre also in diesem Fall auf der Basis eines Signifikanzniveaus von 5 % anzunehmen.

Literatur:

- Bös, K., Hänsel, F. & Schott, N. (2000). *Empirische Untersuchungen in der Sportwissenschaft. Planung - Auswertung - Statistik*. Hamburg: Czwalina.
- Bortz, J. & Döring, N. (1995). *Forschungsmethoden und Evaluation für Sozialwissenschaftler* (2. erweiterte Aufl.). Berlin: Springer.
- Jacobs, B. (1998). *Einführung in die Versuchsplanung* (Version 1.0). Internetauszug vom 28. November 2001, Homepage von B. Jacobs, Medienzentrum der Philosophischen Fakultät der Universität des Saarlandes: <http://www.phil.uni-sb.de/~jakobs/seminar/vpl/index.htm>

¹ Das Vertrauensintervall wird aus dem Standardfehler und der t-Statistik für den angegebenen Prozentwert und die Stichprobengröße gewonnen.

Beispiel: Standardfehler = 1970; Stichprobengröße = 71, d. h. Freiheitsgrade = 70; Vertrauensintervall = 95%, d. h. $\alpha = 0,05$; t-Statistik von 0,05 ; $70 = 1,994$; Intervall = Standardfehler * t-Wert = $1970 * 1,994 = 3928,18$

Arbeitsaufgaben

Unter den Arbeitsblättern steht eine Excel-Datei mit den wichtigsten Ergebnissen eines Experiments aus dem WS 2006/07 (ExperimentWS2006.xls). Laden Sie diese Datei herunter und führen Sie mit WinStat die folgenden statistischen Berechnungen durch. Bei allen Berechnungen schauen Sie sich bitte im jeweiligen Dialogfeld zunächst die Hilfefunktion an.

Angaben zu den Variablen

Variablennummer	Label	Beschreibung
1	Nummer	Versuchspersonennummer
2	Alter	Alter
3	Groesse	Größe
4	Gewicht	Gewicht
5	Sex	Geschlecht
6	Gruppe	Gruppe
7	ROMA1	Beweglichkeit Vortest bei Bedingung A
8	ROMA2	Beweglichkeit Nachtest bei Bedingung A
9	FmaxA1	Max Drehmoment Vortest bei Bedingung A
10	FmaxA2	Max Drehmoment Nachtest bei Bedingung A
11	WinkelA1	Optimalwinkel Vortest bei Bedingung A
12	WinkelA2	Optimalwinkel Nachtest bei Bedingung A
13	ROMB1	Beweglichkeit Vortest bei Bedingung B
14	ROMB2	Beweglichkeit Nachtest bei Bedingung B
15	FmaxB1	Max Drehmoment Vortest bei Bedingung B
16	FmaxB2	Max Drehmoment Nachtest bei Bedingung B
17	WinkelB1	Optimalwinkel Vortest bei Bedingung B
18	WinkelB2	Optimalwinkel Nachtest bei Bedingung B
19	ROMC1	Beweglichkeit Vortest bei Bedingung C
20	ROMC2	Beweglichkeit Nachtest bei Bedingung C
21	FmaxC1	Max Drehmoment Vortest bei Bedingung C
22	FmaxC2	Max Drehmoment Nachtest bei Bedingung C
23	WinkelC1	Optimalwinkel Vortest bei Bedingung C
24	WinkelC2	Optimalwinkel Nachtest bei Bedingung C
25	FmaxD1	Max Drehmoment Vortest bei Bedingung D
26	FmaxD2	Max Drehmoment Nachtest bei Bedingung D
27	WinkelD1	Optimalwinkel Vortest bei Bedingung D
28	WinkelD2	Optimalwinkel Nachtest bei Bedingung D

Deskriptive Statistiken

1. Bestimmen Sie die wichtigsten Angaben der deskriptiven Statistik von Alter, Größe und Gewicht der Gesamtstichprobe.
2. Bestimmen Sie die Häufigkeiten der Altersklassen in Abhängigkeit vom Geschlecht. Vergleichen Sie bei der resultierenden Abbildung die absoluten und die relativen Häufigkeiten.
3. Berechnen Sie die Mittelwerte der Größe von Männern und Frauen.
4. Führen Sie jeweils einen Normalverteilungstest für die beobachteten Beweglichkeitswerte bei den Vortests durch.
5. Berechnen Sie die Interkorrelationen dieser Beweglichkeitswerte.

Inferenzstatistische Berechnungen

1. Berechnen Sie die Unterschiede der Maximalkraftwerte bei Bedingung A zwischen Vor- und Nachtest. Vergleichen Sie die Ergebnisse des parametrischen Tests mit dem des entsprechenden nonparametrischen Tests. Welches Testergebnis müssen Sie heranziehen?
2. Berechnen Sie die Unterschiede der Optimalwinkelwerte zwischen Männern und Frauen bei Bedingung B. Vergleichen Sie die Ergebnisse des parametrischen Tests mit dem des entsprechenden nonparametrischen Tests. Welches Testergebnis müssen Sie heranziehen?
3. Was bedeutet die folgende Zahl 1,87E-07?

Grafiken

1. Stellen Sie die Häufigkeiten der Kraftwerte beim Vortest bei Männern und Frauen in Form eines Histogramms dar.
2. Stellen Sie den Zusammenhang zwischen Größe und Gewicht mit einem Streudiagramm dar. Bearbeiten Sie die Skalierung von x- und y-Achse.
3. Vergleichen Sie die Mittelwerte der Optimalwinkelwerte der verschiedenen Untersuchungsbedingungen beim Vortest in Form einer Mittelwert- bzw. in Form einer Box & Whisker-Darstellung.