

Musterlösungen
zur Klausur zu Modul 2 im BSC „Psychologie“

Termin: 4. September 2012, 14.00 - 18.00 Uhr

apl. Prof. Dr. H.-J. Mittag

Dr. H.-G. Sonnenberg; Prof. Dr. K.-H. Renner

Rückfragen zu Block 1 der Klausur
sind an apl. Prof. Dr. H.-J. Mittag zu richten,

Rückfragen zu Block 2
an Dr. H.-G. Sonnenberg oder an Prof. Dr. K.-H. Renner.

Multiple-Choice-Aufgaben zu Block 1

Aufgabe 1 (Datengewinnung, Messung)

(5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? Bei Aussage C geht es um die Beurteilung der Richtigkeit des letzten Satzes. (x aus 5)

- A) Aus der Validität einer Messung folgt stets auch deren Reliabilität.
- B) Die Validität charakterisiert, inwieweit ein Messinstrument bei wiederholter Messung die gleichen Messwerte liefert.
- C) Eine Grundgesamtheit von $N = 5.000$ (5 Tausend) Personen wird bezüglich eines sozioökonomischen Merkmals in vier Teilpopulationen zerlegt (Schichtung der Grundgesamtheit). Die Teilgesamtheiten umfassen $N_1 = 1.200$, $N_2 = 1.300$, $N_3 = 1.600$ und $N_4 = 900$ Personen. Aus den Teilpopulationen werden dann in der zweiten Verfahrensstufe Zufallsstichproben des Umfangs $n_1 = 36$, $n_2 = 39$, $n_3 = 56$ resp. $n_4 = 27$ gezogen. Das damit praktizierte Auswahlverfahren repräsentiert eine geschichtete Stichprobenauswahl mit proportionaler Schichtung.
- D) Die Klumpenauswahl ist eine zufallsgesteuerte Auswahlprozedur, bei der sich die Zufallsauswahl auf Teilmengen einer Grundgesamtheit bezieht, nicht auf die Untersuchungseinheiten selbst.
- E) Bei einem Quasi-Experiment mit Personen erfolgt die Zuordnung der Teilnehmer zu einer Versuchs- und einer Kontrollgruppe nicht auf der Basis einer Zufallsauswahl.

Lösung zu Aufgabe 1: A, D, E.

Zu A und B: Die Validität (Gültigkeit) ist das Gütekriterium für Messungen, mit dem beschrieben wird, inwieweit wirklich das gemessen wird, was gemessen werden soll. Aus der Validität einer Messung folgt auch deren Reliabilität. Letztere sagt aus, inwieweit ein Messinstrument bei wiederholter Messung die gleichen Messwerte liefert (Zuverlässigkeit im technischen Sinne). Eine Messung, die nicht-valide ist, kann durchaus reliabel sein (vgl. Kromrey, Ende von Abschnitt 5.7, oder Schnell / Hill / Esser, Anfang von Abschnitt 4.3.2.2 oder Kurs 33209, Abschnitt 2.3).

Zu C: Der in der zweiten Stufe angewandte Auswahlatz $\frac{n_i}{N_i}$ ($i = 1, \dots, 4$) ist hier nicht konstant – er liegt bei drei der Teilpopulationen bei 3 %, bei einer Schicht (der mit $N_3 = 1.600$) aber bei 3,5 % (vgl. auch Kromrey, Abschnitt 6.5.2 oder Kurs 33209, Abschnitt 3.2 – dort insbesondere Abbildung 3.4).

zu D: vgl. Kromrey, Abschnitte 6.5.2 oder Kurs 33209, Abschnitt 3.2.

Zu E: Kromrey, Abschnitt 2.4.3 oder Kurs 33209, Abschnitt 3.1.

Aufgabe 2 (Univariate Häufigkeitsverteilungen / Kenngrößen) (5 Punkte)

Gegeben sei der folgende Datensatz für ein stetiges Merkmal X :

5,5 6,2 5,9 4,5 4,2 3,9 4,0 3,0 6,5, 6,9 5,5 6,3.

Welche der folgenden Aussagen, die alle von diesem Datensatz ausgehen, sind richtig? Beachten Sie, dass eine aus mehreren Teilaussagen bestehende Aussage nur dann als richtig zu bewerten ist, wenn jede Teilaussage zutrifft. (x aus 5)

- A) Der obige Datensatz hat einen eindeutig bestimmten Modalwert.
- B) Bei obigem Datensatz ist der Median \tilde{x} kleiner als der Mittelwert \bar{x} .
- C) Wenn man den Datensatz anhand eines Boxplots visualisiert, liegen der sechste bis zehnte Wert (also die Werte 3,9 bis 6,9) und der letzte Wert (6,3) der obigen ungeordneten Urliste außerhalb der Box.
- D) Wenn man den ersten Wert (5,5) der oben wiedergegebenen Urliste um 0,1 erhöht und den letzten Wert (6,3) um 0,1 senkt, bleiben sowohl der Median \tilde{x} als auch der Mittelwert \bar{x} des Datensatzes unverändert.
- E) Mit der in Aufgabenteil D spezifizierten Veränderung des ersten und letzten Wertes der Urliste – also der Werte 5,5 und 6,3 – ist auch eine Veränderung der Spannweite des Datensatzes verbunden.

Lösung zu Aufgabe 2: A, C.

Zu A: Der Wert 5,5 (= Modalwert) tritt doppelt auf, alle anderen Werte nur einmal.

Zu B: Der Median des Datensatzes des Umfangs $n = 12$ ist $\tilde{x} = 5,5$ (Mittelwert aus dem sechsten Wert 5,5 und siebten Wert 5,5 der nach aufsteigender Größe geordneten Urliste), während für den Mittelwert $\bar{x} = 5,2$ gilt.

Zu C: Die Begrenzungen der Box sind durch die in den Interquartilsabstand eingehenden beiden Quartile definiert. Innerhalb der Box oder auf den Begrenzungslinien der Box liegen hier die „mittleren 50 %“ des nach Größe geordneten Datensatzes. Bei dem nach aufsteigender Größe geordneten Datensatz sind dies die Werte 4,2, 4,5, ..., 6,2. Dies sind die ersten fünf und der vorletzte Wert des Ausgangsdatsatzes. Außerhalb der Box liegen also genau die in der Aufgabe genannten Werte.

Zu D: Wenn man den ersten Wert (5,5) der Urliste um 0,1 erhöht und den letzten Wert um 0,1 senkt, bleibt die Merkmalssumme konstant und damit auch der Mittelwert. Der Median, der sich wieder ($n = 12$) als Mittelwert aus dem sechsten Wert 5,5 und nun auf 5,6 erhöhten siebten Wert bestimmt, steigt nun auf 5,55.

Zu E: Da sich keiner der beiden Extremwerte des Datensatzes (3,0 und 6,9), aus denen sich die Spannweite errechnet, verändert, bleibt die Spannweite gleich.

Aufgabe 3 (absolute und relative Häufigkeiten; Vierfeldertafeln) (5 Punkte)

Ägypten hatte Anfang 2011 insgesamt 82,0 Millionen Einwohner. Davon waren 50,7 % männlichen Geschlechts. Anders als in Deutschland ist der Anteil der jungen Bevölkerung sehr hoch – Anfang 2011 betrug der Anteil der ägyptischen Bevölkerung unter 15 Jahren 32,7 %. Innerhalb der Altersgruppe der unter 15-jährigen waren 51,1 % männlichen Geschlechts.

Welche der folgenden Aussagen sind richtig: (x aus 5)

- A) Die Anzahl der weiblichen Einwohner Ägyptens im Alter von 15 oder mehr Jahren (Altersklasse 15+) betrug unter 27,0 Millionen.
- B) Die Anzahl der männlichen Einwohner Ägyptens im Alter von 0 – 14 Jahren lag über 12,9 Millionen.
- C) Der Anteil der Ägypter männlichen Geschlechts im Alter von 0 – 14 Jahren an der Gesamtbevölkerung betrug weniger als 17,0 %.
- D) Die Gesamtzahl der weiblichen Einwohner Ägyptens lag unter 40,6 Millionen.
- E) Wenn man die Anzahl der Personen in der Altersklasse 0 – 14 und der Altersklasse 15+ jeweils für die Personen männlichen Geschlechts und danach auch für die Personen weiblichen Geschlechts addiert, erhält man die absolute Randverteilung für das binäre Merkmal „Geschlecht“.

Lösung zu Aufgabe 3: B, C, D, E - vgl. auch Beispiel 8.2 in Kurs 33209.

Die Angaben lassen sich anhand einer Vierfeldertafel für absolute Häufigkeiten (Angaben in Millionen) bzw. – nach Division aller Werte durch $n = 82,0$ – für relative Häufigkeiten darstellen.

	0 – 14	15+	Zeilensummen
männlich	13,702	27,872	41,574
weiblich	13,112	27,314	40,426
Spaltensummen	26,814	55,186	82,0

	0 – 14	15+	Zeilensummen
männlich	0,167	0,340	0,507
weiblich	0,160	0,333	0,493
Spaltensummen	0,327	0,673	1

Anmerkung: Wenn man mit den auf die Gesamtbevölkerung bezogenen Angaben „50,7 % männlich“ und „32,7 % jünger als 15 Jahre“ die Randverteilungen der beiden Merkmale bestimmt hat, ermöglicht die Zusatzinformation „Innerhalb der Altersgruppe der

unter 15-jährigen waren 51,1 % männlichen Geschlechts“ die Bestimmung von h_{11} gemäß $h_{11} = 0,511 \cdot h_{.1} \approx 13,702$. Nach Division durch $n = 82,0$ erhält man dann die relative Häufigkeit $f_{11} \approx 0,167$ (Ägypter männlichen Geschlechts unter 15 Jahren).

Anhand der beiden Tafeln kann man dann den Wahrheitsgehalt der fünf Aussagen sofort bewerten: Zu A: Die Aussage bezieht sich auf die absolute Häufigkeit $h_{21} = 27,314$, trifft also nicht zu (s. die erste der obigen Vierfeldertafeln).

Zu B: Die Aussage bezieht sich auf die absolute Häufigkeit $h_{12} = 13,112$, trifft also zu.

Zu C: Die Aussage bezieht sich auf die relative Häufigkeit $f_{11} = 0,167$ (s. die zweite der obigen Vierfeldertafeln). Dies entspricht 16,7 %. Die Aussage ist also zutreffend.

Zu D: Die Aussage bezieht sich auf die (in Millionen ausgewiesene) Randhäufigkeit $h_{2.} = h_{21} + h_{22}$, also auf $h_{2.} = 40,426$.

Zu E: Vgl. hierzu Tabelle 8.2 oder Tabelle 8.3 in Kurs 33209.

Aufgabe 4 (Zusammenhangsmessung)

(5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig?

(x aus 5)

- A) Wenn man auf der Basis eines Datensatzes $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$ für zwei Merkmale X und Y für den Korrelationskoeffizienten r nach Bravais-Pearson den Wert 0 errechnet, beinhaltet dies, dass zwischen den beiden Merkmalen kein Zusammenhang vorliegt.
- B) Wenn $r = -1$ ist, bedeutet dies, dass die Datenpaare $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ alle auf einer fallenden Geraden liegen.
- C) Wenn für den Datensatz $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$ für X und Y ein Wert r errechnet wird, dessen Absolutbetrag nahe bei 1 liegt (z. B. zwischen 0,9 und 1,0) bedeutet dies, dass zwischen den beiden Merkmalen eine ausgeprägte sachlogische Verbindung besteht.
- D) Der Rangkorrelationskoeffizient r_{SP} lässt sich nicht auf nominalskalierte Merkmale anwenden.
- E) Quadriert man den Korrelationskoeffizient r nach Bravais-Pearson, erhält man ein Maß für die Anpassungsgüte einer Regressionsgeraden an einen Datensatz $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$.

Lösung zu Aufgabe 4: B, D, E.

Zu A: Es kann durchaus ein nicht-linearer Zusammenhang vorliegen; vgl. Kurs 33209, Abschnitt 9.2 (Abbildung 9.2).

Zu B: Vgl. Kurs 33209, Abschnitt 9.2.

Zu C: Vgl. Kurs 33209, Abschnitt 9.2. Im Text, der sich direkt an Beispiel 9.2 anschließt, wird explizit festgestellt, dass ein auf der Basis eines Datensatzes für zwei Merkmale X und Y errechneter hoher Absolutbetrag für r nicht zwingend das Vorliegen eines Kausalzusammenhangs zwischen X und Y impliziert, also nicht notwendigerweise eine sachlogische Verbindung zwischen den Variablen vorliegt.

Zu D: Vgl. Kurs 33209, Abschnitt 9.3 (Die Anwendung des für ordinalskalierte Daten konzipierten Zusammenhangsmaßes ist auch bei metrisch skalierten Daten möglich, allerdings unter Informationsverlust).

Zu E: Das Quadrat von r ist nach Formel (16.18) aus Kurs 33209 identisch mit dem Bestimmtheitsmaß R^2 . Letzteres ist ein Anpassungsgütemaß für eine Regressionsgerade an einen bivariaten Datensatz.

Aufgabe 5 (Randverteilungen, bedingte Wahrscheinlichkeiten) (5 Punkte)

Ein Unternehmen will vor der Markteinführung eines neuen Produkts zunächst zwei Varianten P_1 und P_2 des geplanten Produkts potenziellen Kunden vorstellen und beauftragt ein Marktforschungsinstitut damit, die Kundenpräferenzen bezüglich der beiden Produktvarianten zu ermitteln. Das Marktforschungsinstitut befragt insgesamt 196 Personen, von denen sich 112 für die Produktvariante P_1 entschieden. Von den befragten 196 Personen waren 108 Männer. Es präferierten 60 Männer die Produktvariante P_2 .

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? (x aus 5)

- A) Von den weiblichen Befragten favorisierten über 70 % die Produktvariante P_1 .
- B) Wählt man aus der Population aller befragten Personen eine Person zufällig aus, so liegt die Wahrscheinlichkeit, dass diese die Produktvariante P_2 bevorzugt, über 0,44.
- C) Wählt man aus der Population aller befragten Personen eine Person zufällig aus, so liegt die Wahrscheinlichkeit, dass eine Frau mit Präferenz für P_2 ausgewählt wird, oberhalb von 0,13 – in Prozentwerten ausgedrückt also oberhalb von 13 %.
- D) Von den befragten Personen mit Präferenz für die Produktvariante P_2 waren weniger als 30 % weiblich.
- E) Wenn man bei den befragten Frauen und bei den befragten Männern jeweils den Anteil der Personen mit Präferenz für die Produktvariante P_2 ermittelt, stellt man fest, dass der Anteil bei den Männern mehr als doppelt so groß ist.

Lösung zu Aufgabe 5: A, D, E.

Es ist zweckmäßig die im Text enthaltenen Informationen entweder anhand eines Baumdiagramms zu visualisieren (vgl. in Kurs 33209 z. B. die Abbildung 8.1 oder die Lösung zu Teil a von Aufgabe 10.6) oder aber sie in einer Kontingenztafel mit Randverteilungen zusammenzufassen (vgl. in Kurs 33209 die Tabelle 10.2 oder die Lösung zu Teil e von Aufgabe 10.5). Man erhält im letztgenannten Fall folgende Vierfeldertafel, bei der die Vorgaben dieser Aufgabe kursiv gesetzt sind (Codierung: Präferenz von Produktvariante $P_1 = A$, Präferenz von Produktvariante $P_2 = \bar{A}$, weiblich = B , männlich = \bar{B}):

	weiblich (B)	männlich (\bar{B})	Zeilensummen
Präferenz von P_1 (= A)	64	48	112
Präferenz von P_2 (= \bar{A})	24	60	84
Spaltensummen	88	108	196

Aus der Vierfeldertafel folgt dann:

Zu A: Von den an der Befragung beteiligten 88 Frauen bevorzugten 64 die Produktvariante P_1 , also ca. 72,7 %.

Zu B: Die Wahrscheinlichkeit $P(A)$ dafür, dass von den 196 befragten Personen per Zufallsauswahl eine der 84 Personen gewählt wird, die die Produktvariante P_2 bevorzugten, beträgt nach der Formel (10.5) aus Kurs 33209 $P(A) = \frac{84}{196} = 0,429$, also ca. 42,9 %.

Zu C: Die Wahrscheinlichkeit $P(\bar{A} \cap B)$ dafür, dass per Zufallsauswahl eine der 24 Frauen gewählt wird, die P_2 bevorzugten, beträgt $P(\bar{A} \cap B) = \frac{24}{196} = 0,122$.

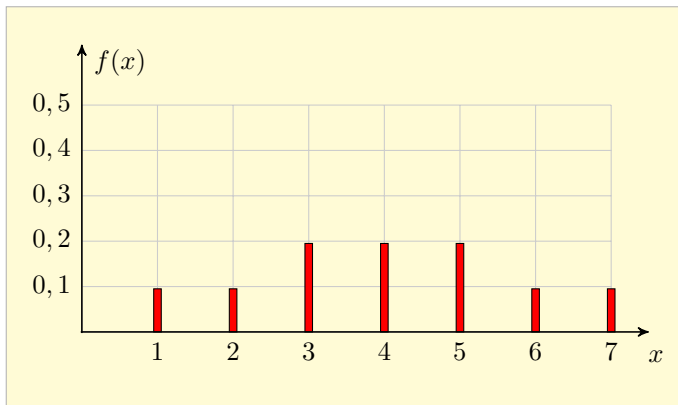
Zu D: von den befragten 84 Personen mit Präferenz für P_2 waren 24 Personen weiblichen Geschlechts, also ca. 28,6 %.

Zu E: Von den 88 weiblichen Befragten bevorzugten 24 Personen P_2 , also ca. 27,3 %, während bei den 108 männlichen Befragten 60 die Variante P_2 bevorzugten, also ca. 55,6 %. Der letztgenannte Prozentsatz ist im Vergleich zum ersten Prozentsatz mehr als doppelt so groß.

Aufgabe 6 (Wahrscheinlichkeits- und Verteilungsfunktion)

(5 Punkte)

Die nachstehende Abbildung zeigt die Wahrscheinlichkeitsfunktion $f(x)$ einer diskreten Zufallsvariablen X , die sieben Ausprägungen $x_1 = 1, x_2 = 2, \dots, x_6 = 6, x_7 = 7$ aufweist. Die Ausprägungen x_1, x_2, x_6 und x_7 weisen jeweils die Eintrittswahrscheinlichkeit 0,1 auf, während x_3, x_4 und x_5 je mit Wahrscheinlichkeit 0,2 realisiert werden.



Welche der folgenden Aussagen sind richtig? (x aus 5)

- A) Die Verteilungsfunktion $F(x)$ der diskreten Zufallsvariablen X nimmt für $x = 3, 0$ den Wert 0,4 an.
- B) Die Verteilungsfunktion $F(x)$ von X nimmt für $x = 3, 5$ den Wert 0,4 an.
- C) Die Verteilungsfunktion $F(x)$ von X ist nur bis $x = 7$ definiert.
- D) Der Erwartungswert $E(X)$ der Zufallsvariablen X hat den Wert 4,0.
- E) Wenn man die Zufallsvariable X gemäß $Y = X^2$ transformiert und den Erwartungswert $E(X)$ der ursprünglichen Variablen X mit μ bezeichnet, so ist der Erwartungswert $E(Y)$ der neuen Variablen durch μ^2 gegeben.

Lösung zu Aufgabe 6: A, B, D.

Zu A - C: Die gesuchte Wahrscheinlichkeit ist gegeben durch die Treppenfunktion

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{für } x < 1 \\ 0,1 & \text{für } 1 \leq x < 2 \\ 0,1 + 0,1 = 0,2 & \text{für } 2 \leq x < 3 \\ 0,2 + 0,2 = 0,4 & \text{für } 3 \leq x < 4 \\ 0,4 + 0,2 = 0,6 & \text{für } 4 \leq x < 5 \\ 0,6 + 0,2 = 0,8 & \text{für } 5 \leq x < 6 \\ 0,8 + 0,1 = 0,9 & \text{für } 6 \leq x < 7 \\ 1 & \text{für } x \geq 7 \end{cases}$$

- vgl. Formel (11.3) in Kurs 33209 sowie auch Abbildung 11.1, die sich allerdings auf eine diskrete Zufallsvariable mit sechs Ausprägungen und gleichen Eintrittswahrscheinlichkeiten bezieht. Es gilt also $F(3) = 0,4$ und $F(3,5) = 0,4$. Die Verteilungsfunktion $F(x)$ ist auch für $x > 7$ definiert. Sie erreicht an der Stelle $x = 7$ den Wert 1, den sie dann für $x > 7$ beibehält.

Zu D: Der Erwartungswert errechnet sich nach (11.6) als Summe der mit den Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichteten Ausprägungen:

$$\mu = E(X) = 1 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,1 + 7 \cdot 0,1 = 4,0.$$

Zu E: Auch der Erwartungswert $\mu_Y := E(Y)$ von $Y = X^2$ errechnet sich nach (11.6) als Summe der mit den Eintrittswahrscheinlichkeiten gewichteten Ausprägungen. Allerdings sind die Ausprägungen nun zu quadrieren:

$$\mu_Y = 1 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,1 + 9 \cdot 0,2 + 16 \cdot 0,2 + 25 \cdot 0,2 + 36 \cdot 0,1 + 49 \cdot 0,1 = 19,0 \neq \mu^2 = 16,0.$$

Aufgabe 7 (Stetige Verteilungen)

(5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? Bei den Aussagen A und C geht es um die Beurteilung der Richtigkeit des letzten Satzes. (x aus 5)

- A) Es sei Z eine standardnormalverteilte Zufallsvariable. Wenn man die Dichtefunktion $\phi(z)$ von Z grafisch darstellt und auf der z -Achse das 0,05-Quantil $z_{0,05}$ und das 0,95-Quantil $z_{0,95}$ der Verteilung markiert, so hat der vom Punkt $z_{0,05}$ bis zum Punkt $z_{0,95}$ gerechnete Flächeninhalt unter der Dichtekurve den Wert 0,90 (Flächeninhalt zwischen Dichtekurve und z -Achse).
- B) Die Dichtefunktion $\phi(z)$ einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen nimmt an der Stelle $z = 0$ den Wert 0,5 an.
- C) Es sei X eine stetige Zufallsvariable mit der Verteilungsfunktion $F(x)$. Es bezeichne $x_{0,05}$ das 0,05-Quantil der Verteilung. Die Verteilungsfunktion an der Stelle $x_{0,05}$ hat den Wert 0,05.
- D) Die Dichtekurven von χ^2 -verteilten Zufallsvariablen sind symmetrisch bezüglich des Erwartungswerts.
- E) Die Standardabweichung einer χ^2 -verteilten Zufallsvariablen nimmt mit zunehmender Anzahl von Freiheitsgraden ab.

Lösung zu Aufgabe 7: A, C.

Zu A: Vgl. Kurs 33209, Abschnitt 12.3, Abb. 12.4 (diese mit $\alpha = 0,05$).

Zu B: Die Verteilungsfunktion $\Phi(z)$ einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen nimmt an der Stelle $z = 0$ den Wert 0,5 an, nicht aber die Dichtefunktion. Diese Aussage lässt sich auch anhand eines statistischen Experiments nachvollziehen (grün umrahmten Link bei der Online-Fassung dieses Dokuments aktivieren).

Es wäre überraschend, wenn auch die Dichtefunktion an der Stelle $z = 0$ den Wert 0,5 annähme. Dass die Dichtefunktion $\phi(\cdot)$ der Standardnormalverteilung, die gemäß Seite 16 der Formelsammlung durch

$$\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right)$$

erklärt ist, an der Stelle $z = 0$ nicht den Wert 0,5 hat, sondern unterhalb dieses Wertes liegt, kann man auch sofort durch Einsetzen von $z = 0$ in die Dichtedarstellung erkennen. Es ist ja $\phi(0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ und der Nenner $\sqrt{2\pi}$ ist größer als $\sqrt{4}$. Es gilt also

$$\phi(0) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} < \frac{1}{\sqrt{4}} = 0,5.$$

Zu C: vgl. hierzu (11.17).

Zu D: Symmetrie bezüglich des Erwartungswertes ist bei normalverteilten und auch bei t -verteilten Zufallsvariablen gegeben, nicht aber bei χ^2 -verteilten Zufallsvariablen (vgl. hierzu Abbildung 12.5 in Kurs 33209 oder das bei der Lösung zu Teil E genannte Experiment).

Zu E: Die Varianz σ^2 einer mit n Freiheitsgraden χ^2 -verteilten Zufallsvariablen hat den Wert $2n$. Dies impliziert, dass die Standardabweichung den Wert $\sqrt{2n}$ besitzt. Es ist also genau anders herum als in Aussage E formuliert – vgl. auch etwa Abbildung 12.5 in Kurs 33209, aus der man ersieht, dass sich die Dichtekurve einer χ^2 -verteilten Zufallsvariablen mit wachsender Anzahl von Freiheitsgraden abflacht (Zunahme der Streuung). Letzteres lässt sich auch anhand eines statistischen Experiments nachvollziehen (grün umrahmten Link bei der Online-Fassung dieses Dokuments aktivieren).

Aufgabe 8 (Punkt- und Intervallschätzungen)

(5 Punkte)

Bei einem statistischen Experiment mit n unabhängigen Wiederholungen wird jedesmal die Ausprägung einer Variablen X festgestellt (z. B. die Augenzahl beim n -fachen Wurf eines Würfels). Man will den Erwartungswert $\mu = E(X)$ und die Varianz $\sigma^2 = V(X)$ von X unter Heranziehung der beobachteten Werte x_1, x_2, \dots, x_n schätzen. Letztere lassen sich als Realisationen unabhängiger Zufallsvariablen X_1, X_2, \dots, X_n interpretieren (auch Stichprobenvariablen genannt). Aus den n Stichprobenvariablen lässt sich der Stichprobenmittelwert \bar{X} bilden.

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? Bei Aussage E geht es um die Beurteilung des Wahrheitsgehalts des zweiten Satzes. (x aus 5)

- A) Der Stichprobenmittelwert \bar{X} repräsentiert eine unverzerrte Schätzung für den Erwartungswert μ .
- B) Falls die obige Aussage A zutrifft, gilt auch, dass der mittlere quadratische Fehler des Stichprobenmittelwerts \bar{X} und die Varianz von \bar{X} übereinstimmen.
- C) Wenn man die quadrierten Abweichungen $(X_1 - \bar{X})^2, (X_2 - \bar{X})^2, \dots, (X_n - \bar{X})^2$ aufsummiert und die resultierende Summe durch $n - 1$ dividiert, hat man eine unverzerrte Schätzung für die Varianz σ^2 des Merkmals X .
- D) Die Standardabweichung von \bar{X} geht auf die Hälfte des Ausgangswertes zurück, wenn man n verdoppelt.
- E) Man kann den Erwartungswert μ auch durch Angabe eines Konfidenzintervalls schätzen. Letzteres ist ein Intervall, das stets so groß gewählt wird, dass es den unbekannt Parameter μ enthält.

Lösung zu Aufgabe 8: A, B, C.

Zu A: vgl. Formel (14.6) in Kurs 33209.

Zu B: Die Übereinstimmung von Varianz und mittlerem quadratischen Fehler ist bei einer Schätzfunktion immer dann gegeben, wenn die Schätzfunktion unverzerrt ist.

Zu C: Vgl. (14.9) in Kurs 33209 in Verbindung mit (13.5).

Zu D: Aus (14.7) in Kurs 33209 geht hervor, dass eine Verdoppelung von n zur Folge hat, dass die Varianz von \bar{X} auf die Hälfte des Ausgangswertes zurückgeht, d. h. sie ändert sich um den Faktor $\frac{1}{2}$. Die Standardabweichung ändert sich daher bei Verdoppelung von n um den Faktor $\frac{1}{\sqrt{2}}$.

Zu E: Ein Konfidenzintervall enthält den unbekannt Parameter μ nicht immer – vgl. z. B. in Kurs 33209 die Abbildung 14.3, bei der die dunkel markierten Konfidenzintervalle Gegenbeispiele darstellen.

Aufgabe 9 (Vermischte Aussagen zum Thema „Wahrscheinlichkeit“) (5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? Bei Aussage D geht es um die Beurteilung des Wahrheitsgehalts des letzten Satzes. (x aus 5)

- A) Die Wahrscheinlichkeit dafür beim Wurf zweier fairer Würfel die Augensumme 6 zu erzielen, ist genauso groß wie die die Wahrscheinlichkeit beim Doppelwurf als Augensumme den Wert 8 zu erhalten.
- B) Wenn man eine faire Münze 7-mal wirft und die Anzahl X der Ausgänge mit „Zahl“ feststellt, liegt die Wahrscheinlichkeit dafür, *mindestens* fünfmal „Zahl“ zu erhalten, oberhalb von 0,24.
- C) Wenn eine Zufallsvariable t-verteilt ist, so ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie einen positiven Wert annimmt, genauso so groß wie die Wahrscheinlichkeit, dass sie einen negativen Wert annimmt.
- D) Getestet werden sollen zu einem vorgegebenen Signifikanzniveau die Hypothesen

$$H_0 : \mu = \mu_0 \quad \text{gegen} \quad H_1 : \mu \neq \mu_0,$$

die sich auf den Erwartungswert μ eines normalverteilten Merkmals beziehen. Anhand des aus Stichprobendaten errechneten Wertes einer geeigneten Prüfgröße kommt man zu einer Testentscheidung, die entweder richtig ist oder falsch ist. Im Falle $\mu = \mu_0$ kann bei dem Test, wenn er zu einer Fehlentscheidung führt, der Fehler kein Fehler 2. Art sein.

- E) Bezeichnet man den Wert der Dichtefunktion einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen Z an der Stelle $z = a$ mit p , so lässt sich p als Wahrscheinlichkeit dafür interpretieren, dass Z eine Ausprägung hat, die a nicht übersteigt.

Anmerkung:

Der in Aufgabenteil A angesprochene „faire“ Würfel bzw. die in Teil B genannte „faire“ Münze bezeichnen einen Würfel bzw. eine Münze mit gleichen Eintrittswahrscheinlichkeiten für alle möglichen Realisationen.

Lösung zu Aufgabe 9: A, C, D.

Zu A: Von den 36 Elementarereignissen, die den Ereignisraum

$$\Omega = \{(1; 1), (1; 2), \dots, (1; 6), (2; 1), (2; 2), \dots, (2; 6), \dots, (6; 1), (6; 2), \dots, (6; 6)\}$$

beim Würfeln mit zwei Würfeln definieren, führen 5 Elementarereignisse, nämlich die Ausgänge (3; 3), (2; 4); (4; 2), (1; 5), (5; 1) zur Augensumme 6 und ebenfalls 5 Elementarereignisse, nämlich die Ausgänge (4; 4), (3; 5); (5; 3), (2; 6), (6; 2) zur Augensumme 8. Die Wahrscheinlichkeit für die Erzielung der Augensumme 6 und die zur Erzielung der Augensumme 8 haben somit nach (10.5) in Kurs 33209 denselben Wert $p = \frac{5}{36} \approx 0,139$.

Die theoretische Verteilung des Merkmals „Augensumme“ kann man (neben der empirischen Verteilung) auch anhand eines statistischen Experiments nachvollziehen (grün umrahmten Link bei der Online-Fassung dieses Dokuments aktivieren – nach Aufruf des Experiments die Option „zugehöriges Modell wählen“ anklicken).

Zu B: Die Wahrscheinlichkeit $P(X \geq 5)$ dafür, mindestens fünfmal „Zahl“ beim 7-maligen Münzwurf zu erhalten, ist die Komplementärwahrscheinlichkeit von $P(X \leq 4)$. Letztere ist durch den Wert der Verteilungsfunktion $F(x)$ der Binomialverteilung mit $n = 7$ und $p = 0,5$ an der Stelle $x = 4$ gegeben, nach Tabelle 19.1 also durch $F(4) = 0,7734$. Es gilt also $P(X \geq 5) = 1 - 0,7734 = 0,2266$.

Zu C: Dies folgt daraus, dass jede t-Verteilung – wie auch die Standardnormalverteilung – symmetrisch bezüglich des Nullpunkts ist.

Zu D: Im Falle $\mu = \mu_0$ ist die Nullhypothese richtig. Die einzig mögliche Fehlentscheidung ist die Verwerfung der Nullhypothese und diese beinhaltet einen Fehler 1. Art (vgl. auch Tabelle 15.1 in Kurs 33209).

Zu E: Bezeichnet man den Wert der Verteilungsfunktion $\Phi(z)$ (nicht aber der Dichtefunktion) einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen Z an der Stelle $z = a$ mit p , so ist $p = P(Z \leq a)$ die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Z eine Ausprägung hat, die a nicht übersteigt. Den Sachverhalt kann man aus Abbildung 12.3 in Kurs ansehen (dort wurde $a = 1,38$ gewählt) oder auch anhand eines statistischen Experiments nachvollziehen (grün umrahmten Link bei der Online-Fassung dieses Dokuments aktivieren).

Aufgabe 10 (Testen, Fehler beim Testen)

(5 Punkte)

Es seien n Beobachtungen für ein Merkmal gegeben. Die Werte werden als Realisationen unabhängig identisch normalverteilter Stichprobenvariablen X_1, \dots, X_n aufgefasst (Normalverteilung mit unbekanntem Erwartungswert μ und Varianz σ^2). Getestet werden soll

$$H_0 : \mu \leq \mu_0 \quad \text{gegen} \quad H_1 : \mu > \mu_0$$

und zwar zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,01$. Wenn man die Varianz σ^2 als bekannt voraussetzt, kann man den standardisierten Stichprobenmittelwert $Z = (\bar{X} - \mu_0)/\sigma_{\bar{X}}$ als Prüfgröße für den Test heranziehen (Gauß-Test).

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? (x aus 5)

- A) Wird bei obigem Test für die Prüfgröße der Wert 2,31 ermittelt, erfolgt keine Ablehnung der Nullhypothese.
- B) Die Wahrscheinlichkeit dafür, einen Fehler 1. Art zu begehen, beträgt bei obigem Test für alle μ mit $\mu \leq \mu_0$ stets 0,01.
- C) Wenn $\mu > \mu_0$ gilt, ist ein Fehler 2. Art möglich, nicht aber ein Fehler 1. Art.
- D) Wenn man den Stichprobenumfang n erhöht, wird für alle Werte μ , an denen ein Fehler 2. Art auftreten kann, die Eintrittswahrscheinlichkeit für den Fehler 2. Art reduziert.
- E) Wenn für den unbekannt Parameter μ die Ungleichung $\mu > \mu_0$ gilt, beinhaltet die Ablehnung von H_0 den Eintritt eines Fehlers 2. Art.

Lösung zu Aufgabe 10: A, C, D.

Zu A: Die Ablehnung der Nullhypothese erfolgt bei dem hier zugrunde gelegten rechtsseitigen Test, wenn für die Realisation z der Prüfgröße Z die Bedingung $z > z_{1-\alpha}$ gilt, wegen $\alpha = 0,01$ also bei Überschreitung von $z_{0,99} \approx 2,3263$.

Zu B: Die Wahrscheinlichkeit dafür, einen Fehler 1. Art zu begehen, hat bei obigem Test nur für $\mu = \mu_0$, also nur am Rande des Gültigkeitsbereichs von H_0 , den Wert 0,01. Für alle anderen Werte μ , für die H_0 zutrifft (also für alle μ mit $\mu < \mu_0$), ist die Wahrscheinlichkeit dafür, einen Fehler 1. Art zu begehen, kleiner als 0,01 (vgl. Abbildung 15.5 in Kurs 33209).

Zu C und D: vgl. hierzu ebenfalls Abbildung 15.5 in Kurs 33209 (hier ist $\alpha = 0,01$ zu wählen).

Zu E: Die Ablehnung von H_0 beinhaltet hier eine korrekte Entscheidung. Ein Fehler 2. Art wäre im Falle $\mu > \mu_0$ die Nicht-Verwerfung von H_0 .

Numerische Aufgaben zu Block 1

Aufgabe 41 (Kombinatorik)

(3 Punkte)

Den Mitarbeitern einer Firma wird als Intranet-Code eine genau vier Ziffern umfassende Ziffernfolge zugewiesen. Jede Ziffer darf auch mehrfach innerhalb des Codes vorkommen. Zugelassen sind nur die Ziffern von 1 bis 9 (Ausschluss der 0).

Wieviele Mitarbeiter könnte man maximal anhand solcher Ziffernfolgen unterscheiden, d. h. wieviele unterschiedliche Ziffernkombinationen sind realisierbar?

Tragen Sie die von Ihnen errechnete Anzahl, also ein ganzzahliges Ergebnis, rechtsbündig in das Antwortfeld ein. Übertragen Sie Ihr Ergebnis rechtzeitig vor Ende der Klausur auf den Markierungsbogen.

(numerisch)

--	--	--	--	--	--	--

Lösung zu Aufgabe 41: $9^4 = 6561$.

Herleitung:

Die gesuchte Anzahl ist durch (10.8) in Kurs 33209 gegeben mit $N = 9$ und $n = 4$ (Ziehen von 4 Elementen mit Zurücklegen und mit Berücksichtigung der Anordnung aus einer Grundgesamtheit mit 9 Elementen; s. auch Tabelle 10.1 in Kurs 33209).

Aufgabe 42 (Normalverteilung und Standardnormalverteilung) (3 Punkte)

Es bezeichne X eine mit Erwartungswert $\mu = 3$ und Varianz $\sigma^2 = 4$ normalverteilte Zufallsvariable. Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit $P(X > 5)$ dafür, dass eine Realisation von X den Wert 5 überschreitet.

Geben Sie die Wahrscheinlichkeit auf 4 Stellen nach dem Dezimalkomma genau an. Tragen Sie Ihr Ergebnis rechtsbündig in das Antwortfeld ein. Verwenden Sie für das **Dezimalkomma** ein **eigenes Feld**. Übertragen Sie Ihr Ergebnis rechtzeitig vor Ende der Klausur auf den Markierungsbogen.

(numerisch)

--	--	--	--	--	--	--	--

Lösung zu Aufgabe 42: Die Wahrscheinlichkeit beträgt 0,1587.

Herleitung:

Nach Formel (12.22) in Kurs 33209 gilt

$$P(X > 5) = 1 - P(X \leq 5) = 1 - \Phi\left(\frac{5-3}{2}\right) = 1 - \Phi(1) \approx 1 - 0,8413 = 0,1587.$$

Anmerkungen:

Der Wert $\Phi(1) \approx 0,8413$ lässt sich auch – zumindest in sehr guter Näherung – anhand eines statistischen Experiments nachvollziehen (grün umrahmten Link bei der Online-Fassung dieses Dokuments aktivieren und Schieber in etwa auf $z = 1,00$ einstellen.) Anstelle von 0,1587 wurde bei der maschinellen Auswertung jeder Wert aus dem Intervall $[0,157; 0,160]$ als richtig anerkannt.

Wenn 0,8413 anstelle von $1 - 0,8413 = 0,1587$ als Lösung eingetragen wurde, wurden 2 P. vergeben. Die Vergabe von 2 P. galt für jeden Wert aus dem Intervall $[0,833; 0,850]$.

Wenn anstelle von $1 - 0,8413 = 0,1587$ als Lösung eingetragen wurde, wurden 2 P. vergeben. Die Vergabe von 2 P. galt für jeden Wert aus dem Intervall $[0,833; 0,850]$.

Aufgabe 43 (Gauß-Test)

(3 Punkte)

Es sei nochmals – wie schon bei der Aufgabe 10 – ein Gauß-Test zum Signifikanzniveau $\alpha = 0,01$ betrachtet, der sich auf die Hypothesen

$$H_0 : \mu \leq \mu_0 \quad \text{gegen} \quad H_1 : \mu > \mu_0$$

bezieht. Dabei bezeichnet μ den Erwartungswert eines als normalverteilt spezifizierten Merkmals, dessen Varianz σ^2 als bekannt vorausgesetzt wird. Als Prüfgröße des Tests wird der standardisierte Stichprobenmittelwert $Z = (\bar{X} - \mu_0)/\sigma_{\bar{X}}$ herangezogen. Es sei $\mu_0 = 1$, d. h. die Nullhypothese H_0 trifft für jedes μ mit $\mu \leq 1$ zu. Ferner gelte $\sigma = 1$.

Wenn der Parameter μ , auf den sich der Test bezieht, oberhalb von $\mu_0 = 1$ liegt, sollte der Test möglichst zu dem Ergebnis führen, dass die Nullhypothese verworfen wird. Wie groß ist bei dem beschriebenen Test die Wahrscheinlichkeit einer Verwerfung von H_0 , wenn der (unbekannte) Parameter μ den $\mu = 1,5$ hat und der Test mit einer Stichprobe des Umfangs $n = 9$ arbeitet?

Geben Sie die Wahrscheinlichkeit auf 3 Stellen nach dem Dezimalkomma genau an. Wenn Sie bei der Lösung dieser Aufgabe eine Tabelle aus der Formelsammlung verwenden und die Tabelle den gesuchten Wert nicht genau ausweist, können Sie den nächstgelegenen Tabellenwert heranziehen. Tragen Sie Ihr Ergebnis rechtsbündig in das Antwortfeld ein. Verwenden Sie für das **Dezimalkomma** ein **eigenes Feld**. Übertragen Sie Ihr Ergebnis rechtzeitig vor Ende der Klausur auf den Markierungsbogen.

(numerisch)

--	--	--	--	--	--	--	--

Lösung zu Aufgabe 43: Die Wahrscheinlichkeit beträgt ca. 0,2033.

Die Wahrscheinlichkeit für die Verwerfung der Nullhypothese H_0 ist für jeden Wert des unbekanntes Parameters μ , auf den sich der Test bezieht, durch den Wert $G(\mu)$ der Gütefunktion (15.11) gegeben (Gütefunktion für den rechtsseitigen Fall). Man erhält nach Einsetzen von $\mu_0 = 1$, $\sigma = 1$, $n = 9$ und $z_{0,99} \approx 2,3263$ in (15.11), wenn man den nächstgelegenen Wert aus Tabelle 19.2 heranzieht (dies ist der unter $z = 0,83$ tabellierte Wert 0,7967):

$$G(1, 5) \approx 1 - \Phi(2,3263 - 0,5 \cdot 3) = 1 - \Phi(0,8263) \approx 1 - 0,7967 = 0,2033.$$

Wenn man den unter $z = 0,82$ tabellierten Wert 0,7939 verwenden würde, erhielte man

$$G(1, 5) \approx 1 - 0,7939 = 0,2067.$$

Bei Interpolation würde man einen Wert erhalten (0,2057), der zwischen 0,2033 und 0,2067 liegt.

Der Wert, der hier die Wahrscheinlichkeit einer korrekten Testentscheidung beinhaltet, lässt sich anhand von Abbildung 15.5 in Kurs 33209 zumindest näherungsweise ablesen – vgl. dort den Wert der gestrichelten Kurve an der Stelle 0,5 (obere Abszissenachse) – die gestrichelte Kurve basiert allerdings auf $n = 10$ (für $n = 9$ verläuft sie geringfügig flacher).

Anmerkungen:

Die Aussage $\Phi(0,8263) \approx 0,7967$ lässt sich auch – zumindest in sehr guter Näherung – anhand eines statistischen Experiments nachvollziehen (grün umrahmten Link bei der Online-Fassung dieses Dokuments aktivieren und Schieber auf $z = 0,83$ einstellen. Bei der maschinellen Auswertung wurde jeder Wert aus dem Intervall $[0,201; 0,209]$ als richtig anerkannt.

Wenn 0,7967 anstelle von $1 - 0,7967 = 0,2033$ bzw. 0,7939 statt $1 - 0,7939 = 0,2067$ als Lösung eingetragen wurde, wurden 2 P. vergeben. Die Vergabe von 2 P. wurde auf jeden Wert aus dem Intervall $[0,786; 0,805]$ angewendet.

Wurde anstelle der Gütefunktion (15.11) (Gütefunktion für den *rechtsseitigen* Fall) fälschlich die Gütefunktion (15.12) angewendet (Gütefunktion für den *linksseitigen* Fall), resultierte

$$G(1, 5) \approx \Phi(-2,3263 - 0,5 \cdot 3) = 1 - \Phi(3,8263) \approx 1 - 0,9999 = 0,0001.$$

Wenn ein Wert aus dem Intervall $[0; 0,0001]$ als Lösung angegeben wurde, gab es 1 Punkt.

Aufgabe 44 (KQ-Schätzung)

(3 Punkte)

Für fünf Besucher eines Restaurants wurden der am Ende zu zahlende Rechnungsbetrag X und das gezahlte Trinkgeld Y erfasst. Dies führte zu folgenden Beobachtungsdaten $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_5; y_5)$ für die beiden Merkmale X und Y :

$$(12; 0); \quad (24; 1); \quad (21; 1); \quad (36; 2, 5); \quad (42; 3).$$

Wenn man davon ausgeht, dass zwischen dem Rechnungsbetrag und dem gezahlten Trinkgeld ein linearer Zusammenhang $y = \alpha + \beta x$ besteht, kann man auf der Basis des obigen kleinen Datensatzes unter Heranziehung der KQ-Schätzmethode eine Regressionsgerade $\hat{y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}x$ bestimmen. Ermitteln Sie die Steigung $\hat{\beta}$ dieser Regressionsgeraden und tragen Sie Ihr Ergebnis auf *vier* Stellen nach dem Dezimalkomma genau rechtsbündig in das Antwortfeld ein. Verwenden Sie für das **Dezimalkomma** ein **eigenes Feld**. Vergessen Sie nicht, Ihre Antwort rechtzeitig vor dem Ende der Klausur auf den Markierungsbogen zu übertragen.

(numerisch)

$$\hat{\beta} = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|} \hline & & & & & & \\ \hline \end{array}$$
Lösung zu Aufgabe 44: 0,1016**Herleitung:**

Aus den Daten errechnet man $\bar{x} = 27$ und $\bar{y} = 1,5$ und daraus unschwer

$$\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2 = 576; \quad \sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = 58,5.$$

Nach Formel (16.6) aus Kurs 33209 folgt dann $\hat{\beta} = \frac{58,5}{576} \approx 0,1016$.

Anmerkung:

Bei der maschinellen Auswertung wurde anstelle von 0,1016 auch jeder Wert aus dem Intervall $[0,100; 0,103]$ als richtig anerkannt.

Numerische Aufgaben zu Block 2

Hinweis: Tragen Sie die von Ihnen ermittelten Zahlen rechtsbündig in das jeweilige Antwortfeld ein. Nutzen Sie für einen evtl. vorkommenden Dezimalpunkt ein eigenes Feld. Übertragen Sie Ihr Ergebnis rechtzeitig vor Ende der Klausur auf den Markierungsbogen.

Einleitung

In einer Studie wurde der Effekt von zwei verschiedenen Fortbildungsmaßnahmen im Unterschied zu einer Kontrollgruppe, die keine Fortbildungsmaßnahme erhielt (Faktor B) auf den Verkaufserfolg bei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (Faktor A = Geschlecht) eines Unternehmens untersucht. Der Verkaufserfolg wurde über die Anzahl der Vertragsabschlüsse bei Neukunden in einem Zeitraum von 3 Monaten nach den Fortbildungsmaßnahmen erfasst. Jeder Stufe des Faktors B wurden per Zufall jeweils 4 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Unternehmens zugewiesen. Leider wurden in der Personalabteilung die Daten wegen eines Computervirus komplett gelöscht und der einzige Ausdruck der Ergebnisse war durch eine umgeschüttete Kaffeetasse teilweise unlesbar. Ein anwesender Praktikant behauptet, die fehlenden Zahlen aus der Tabelle rekonstruieren zu können. Die vier fehlenden Zahlen sind in der Tabelle durch Fragezeichen markiert. In den Aufgaben 45 bis 48 geht es darum, die fehlenden Zahlen zu bestimmen.

	SQ	df	MQ	F
Faktor A	130.66	1	?	16.99 *
Faktor B	626.33	?	313.17	40.72 *
A \times B	36.34	2	18.17	?
Residual	138.50	18	7.69	
Total	931.83	?		

Tab. 1: *Tafel der Varianzanalyse zu der Studie über den Effekt von Fortbildungsmaßnahmen und Geschlecht auf den Verkaufserfolg*

Aufgabe 45 (Varianzanalyse)

(3 Punkte)

Welchen Wert hat die Angabe unter MQ für den Faktor A ?

(numerisch)

Lösung zu Aufgabe 45 : 130.66. (Bei der maschinellen Auswertung wurden alle Werte im Intervall [130.6;130.7] als richtig anerkannt.)

Aufgabe 46 (Varianzanalyse)

(3 Punkte)

Welchen Wert hat die Angabe für die Freiheitsgrade (df) in der Zeile bei Faktor B?

(numerisch)

Lösung zu Aufgabe 46 : 2. (Bei der maschinellen Auswertung wurden alle Werte im Intervall [1.9;2] als richtig anerkannt.)

Aufgabe 47 (Varianzanalyse)

(3 Punkte)

Die Teststatistik F für die Wechselwirkung $A \times B$ ist?

(numerisch)

--	--	--	--	--	--

Lösung zu Aufgabe 47 : 2.36. (Bei der maschinellen Auswertung wurden alle Werte im Intervall $[2.36;2.37]$ als richtig anerkannt.)

Aufgabe 48 (Varianzanalyse)

(3 Punkte)

Die Freiheitsgrade (df) für die Zeile „Total“ betragen?

(numerisch)

--	--	--	--	--	--

Lösung zu Aufgabe 48 : 23. (Bei der maschinellen Auswertung wurden alle Werte im Intervall $[22.9;23]$ als richtig anerkannt.)

Multiple-Choice-Aufgaben zu Block 2

Aufgabe 11 (Deskriptive lineare Regression)

(5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig ?

(x aus 5)

- A) Bei der einfachen Regressionsanalyse handelt es sich um eine Methode zur Analyse und Modellierung des Einflusses eines quantitativen Merkmals X auf ein anderes quantitatives Merkmal Y .
- B) Beim Fehlen einer unabhängigen Variable X ist der Mittelwert von Y als „zentrale Tendenz“ die im Sinne der KQ-Methode „optimale“ Vorhersage (z.B. eines unbekanntes Wertes eines neuen Falles).
- C) Wenn bei der Regressionsanalyse die Lage der Regressionsgeraden durch einzelne, von der großen Masse der Daten wesentlich entfernt liegende Werte beeinflusst wird, so werden diese Datenpunkte als Wendepunkte bezeichnet.
- D) Bei der Regressionsanalyse wird durch eine Punktwolke $P_i = (x_i, y_i)$ eine Ausgleichsgerade $\hat{y} = a + bx$ gelegt.
- E) Im Rahmen der Regressionsanalyse werden die Abstände $\hat{e}_i = y_i - \hat{y}_i$ im Studienbrief Statistik 2 als geschätzte Residuen bezeichnet.

Lösung: A,B, D, E.

Aufgabe 12 (Deskriptive lineare Regression)

(5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig ?

(x aus 5)

- A) Bei Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate wird die Regressionsgerade so bestimmt, dass die Summe der quadrierten Residuen Null ist.
- B) Stimmen die beobachteten Punkte $P_i = (x_i, y_i)$ nicht völlig mit den angepassten Punkten $\hat{P}_i = (x_i, \hat{y}_i)$ überein, dann ist die Korrelation negativ.
- C) Der Ausdruck

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

misst die totale Variabilität der y -Messreihe bezogen auf das arithmetische Mittel \bar{y} und wird auch mit SQ_{Total} bezeichnet.

- D) Die Regressionsgleichung $\hat{y}_i = -1 + 2 \cdot x_i$ besagt, dass bei Erhöhung der unabhängigen Variable um zwei Einheiten eine Änderung der abhängigen Variable um eine Einheit zu erwarten ist.
- E) $SQ_{\text{Regression}}$ ist die Summe der quadrierten Abstände zwischen den Werten \hat{y}_i und \bar{y} .

Lösung: C,E.

Aufgabe 13 (Deskriptive lineare Regression) (5 Punkte)

Eine Studentin der Psychologie notiert als Zwischenergebnis bei einer Regressionsrechnung in der Notation des Studienbriefs Statistik 2:

$$\hat{a} = 7 - 2 \cdot 4 = -1.$$

Welche der folgenden Aussagen zur Auswertung der Studentin sind dann richtig ?
(x aus 5)

- A) Die Regressionsgleichung zeigt einen negativen Zusammenhang.
- B) Die Zahl der Fälle ist kleiner oder gleich 10.
- C) Der Mittelwert der abhängigen Variablen liegt zwischen 5 und 10.
- D) Die Regressionsgerade schneidet die y -Achse bei -1.
- E) Der Mittelwert der unabhängigen Variablen liegt zwischen -5 und -1.

Lösung: C, D

Aufgabe 14 (Regressions- und Varianzanalyse) (5 Punkte)

Eine Studentin der Psychologie möchte in ihrer Bachelorarbeit die aggressionsenthemmende Wirkung von Dehumanisierung untersuchen, indem im Rahmen eines Experiments die Bereitschaft von Versuchspersonen, andere Personen mit abgestuften Elektroschocks zu traktieren (y), in $s = 3$ verschiedenen Bedingungen (neutral, dehumanisiert und humanisiert) beobachtet wird. Für jede Bedingung liegen die Daten von 10 Versuchspersonen vor.

Welche der folgenden Aussagen zur Auswertung der Studentin sind dann richtig ?
(x aus 5)

- A) Die Auswertung muss mit einer dreifaktoriellen Varianzanalyse erfolgen.
- B) Der Stichprobenplan / Versuchsplan ist balanziert.

- C) Es muss das Vorliegen von Multikollinearität geprüft werden.
- D) Die Auswertung ist auch mit einer Rangvarianzanalyse möglich.
- E) Die Varianzaufklärung in der Untersuchung wird bei Anwendung der Varianzanalyse als Eta-Quadrat notiert.

Lösung: B, D,E

Aufgabe 15 (SPSS)

(5 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind richtig ?
(x aus 5)

- A) Die Ausgabe des Programms erfolgt in eine Datei mit der Endung „.spv“
- B) Eine Berechnung und Darstellung der geschätzten \hat{y}_i bei der Regressionsanalyse ist in SPSS nicht möglich.
- C) Zur Prüfung von Multikollinearität bei der multiplen Regressionsanalyse bietet SPSS eine sogenannte Diagnose an.
- D) Die Auswertung einer Rangvarianzanalyse ist mit SPSS nicht möglich.
- E) Bei der mehrfaktoriellen Varianzanalyse ist beim Auswahlmenü eine Entscheidung erforderlich, ob es sich bei einer unabhängigen Variable um einen festen Faktor oder um einen Zufallsfaktor handelt.

Lösung: A, C, E (Bei Antwort A wurde auch das Nichtankreuzen mit einem Punkt bedacht, da bei bestimmten Einstellungen der Computerumgebung die Dateiendung nicht sichtbar wird.)

Aufgabe 16 (SPSS und Regression)

(5 Punkte)

Es soll an einer kleinen Stichprobe geprüft werden, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Body Mass Index BMI einer Person und der Menge an Zeit gibt, die diese Person pro Woche für körperliches Training aufbringt (gemessen in Stunden). Die Auswertung eines empirischen Datensatzes ergibt folgendes Bild.

Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,820 ^a	,673	,655	1,72858
.				
.				
.				
.				
.				
.				

a. Einflußvariablen : (Konstante), bmi

ANOVA^b

Modell		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
1	Regression	110,766	1	110,766	37,071	,000 ^a
	Nicht standardisierte Residuen	53,784	18	2,988		
	Gesamt	164,550	19			

a. Einflußvariablen : (Konstante), bmi

b. Abhängige Variable: Bewegung pro Woche

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	B	Standardfehler	Beta		
1 (Konstante)	35,702	5,082		7,025	,000
bmi	-1,272	,209	-,820	-6,089	,000

a. Abhängige Variable: Bewegung pro Woche

Welche Aussagen sind richtig unter Bezug auf die Auswertung? (x aus 5)

- A) Der hier verwendete Output wird in SPSS erzeugt über die Auswahl:
Analysieren – > Regression – > Linear.
- B) Das vorhergesagte Ausmaß der Bewegung einer Person mit einem BMI von 25 beträgt pro Woche zwischen 3,5 und 4 Stunden.
- C) Wenn der BMI um eine Einheit zunimmt, sinkt die aufgewandte Zeit für körperliches Training um einen Betrag größer als 1.
- D) Die Steigung der Regressionsgerade ist größer als 30.
- E) Die Nullhypothese bezüglich des Zusammenhangs der Variablen wird abgelehnt.

Lösung: A, B, C, E.

Aufgabe 17 (Regressions- und Varianzanalyse)

(5 Punkte)

In einer quantitativen Untersuchung werden folgende Daten ausgewertet:

i	$x_{\text{Publikationen}}$	x_{Jahre}	y_{Gehalt}
1	18	3	51876
2	3	6	54511
3	2	3	53425
4	17	8	61863
5	11	9	52926
6	6	6	47034
7	38	16	66432
8	48	10	61100
9	9	2	41934
10	22	5	47454
11	30	5	49832
12	21	6	47047
13	10	7	39115
14	27	11	59677
15	37	18	61458

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt durch nachstehende Abbildung:

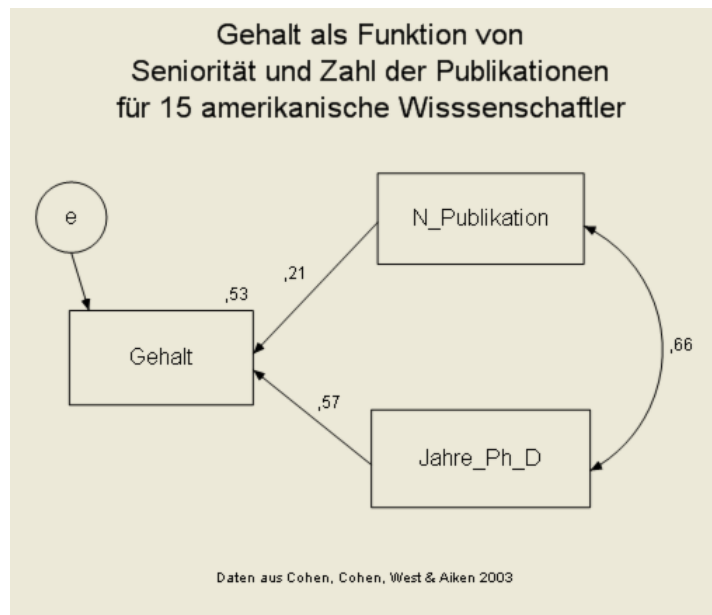


Abb. 1: Ergebnisdarstellung

Welche der folgenden Aussagen zur Auswertung sind richtig ?

(x aus 5)

- A) Es sollen bei dieser Auswertung Unterschiede zwischen Gruppen bewertet werden.

- B) Bei der Angabe „,66“ handelt es sich um eine Korrelation zwischen zwei Prädiktoren.
- C) Man kann der Darstellung das Bestimmtheitsmaß entnehmen.
- D) Das Gehalt ist hier die abhängige Variable.
- E) Bei der Auswertung handelt es sich um ein multiples Regressionsmodell.

Lösung: B,C, D,E

Aufgabe 18 (Forschungspraxis)

(5 Punkte)

Stoessel et al. berichten im „International Journal of Developmental Sciences“, 2011, unter der Überschrift „Children’s Psychosocial Development Following the Transition to Kindergarten and School: A Comparison Between Natives and Immigrants in Germany“ über eine Untersuchung, in der die Variablen

- „Language Competence“,
- „Support Seeking“ sowie
- „Self Control“

an Kindern vier verschiedener Bevölkerungsgruppen

- „Native Germans“,
- „Repatriates“ (=Aussiedler),
- „Russian Jews“ und
- „Turks“

zum Zeitpunkt vor dem Eintritt in Kindergarten resp. Schule („Wave1“) und nach Eintritt in Kindergarten resp. Schule („Wave 2“) gemessen wurden. Dazu ließen geschulte Interviewer die Mütter die psychosozialen Kompetenzen ihrer Kinder einschätzen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt u.a. mit den hier gezeigten Tabellen („Table 1“ bzw. „Table 2“).

Table 1

Means (Standard Deviations) of Psychosocial Outcomes by Ethnic Group, Transition and Wave

Transition (<i>N</i> = 111 ^a /179 ^b)	Wave	Native Germans (<i>N</i> = 32 ^a /74 ^b)	Repatriates (<i>N</i> = 24 ^a /40 ^b)	Russian Jews (<i>N</i> = 26 ^a /22 ^b)	Turks (<i>N</i> = 29 ^a /43 ^b)
Language Competence					
Kindergarten	Wave 1	3.56 (0.97)	3.43 (1.34)	3.72 (0.91)	3.97 (1.30)
	Wave 2	4.11 (0.87)	3.93 (1.06)	4.50 (0.79)	4.06 (1.07)
School	Wave 1	4.94 (0.74)	4.64 (0.96)	4.78 (0.96)	4.09 (1.05)
	Wave 2	5.21 (0.68)	5.24 (0.84)	5.11 (0.67)	4.82 (0.99)
Support Seeking					
Kindergarten	Wave 1	3.41 (1.59)	4.47 (1.09)	4.37 (1.17)	4.61 (1.39)
	Wave 2	3.83 (1.20)	4.57 (1.23)	4.67 (1.15)	4.67 (1.38)
School	Wave 1	3.91 (1.37)	5.08 (1.09)	4.61 (1.40)	5.05 (1.21)
	Wave 2	4.07 (1.39)	4.78 (1.34)	4.44 (1.06)	4.94 (1.19)
Self Control					
Kindergarten	Wave 1	3.82 (0.93)	3.91 (1.09)	3.63 (0.88)	3.57 (1.17)
	Wave 2	3.79 (0.69)	3.91 (1.10)	3.88 (0.70)	4.31 (1.10)
School	Wave 1	3.80 (0.78)	4.10 (0.93)	3.61 (1.01)	4.31 (1.21)
	Wave 2	4.00 (0.90)	4.29 (0.86)	3.97 (0.86)	4.63 (1.05)

^aTransition to kindergarten; ^bTransition to school.

Table 2
Results of Repeated Measures ANOVAs (Results Controlled for Age)

Source	Kindergarten				School			
	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2	<i>df</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	η^2
Language Competence								
Time	1	24.80	***	0.19	1	62.09	***	0.26
Ethnic Group	3	1.75	0.16	0.05	3	6.32	*** ^a	0.10
Time * Ethnic Group	3	0.88	0.46	0.02	3	4.41	** ^a	0.07
Between Subject Error	107	(1.43)			175	(1.15)		
Within Subject Error	107	(0.50)			175	(0.27)		
Support Seeking								
Time	1	2.67	0.11	0.02	1	1.26	0.26	0.01
Ethnic Group	3	6.28	**	0.15	3	9.82	***	0.14
Time * Ethnic Group	3	0.52	0.67	0.01	3	1.43	0.23	0.02
Between Subject Error	107	(2.34)			175	(2.46)		
Within Subject Error	107	(0.98)			175	(0.75)		
Self Control								
Time	1	6.77	*	0.06	1	11.71	**	0.06
Ethnic Group	3	0.33	0.81	0.01	3	5.95	**	0.09
Time * Ethnic Group	3	3.37	* ^a	0.09	3	0.24	0.87	0.00
Between Subject Error	107	(1.40)			175	(1.29)		
Within Subject Error	107	(0.48)			175	(0.44)		

Note. Values in parentheses represent mean square errors.

^aAfter statistically controlling psychosocial outcomes for interindividual differences in cultural capital, these effects were reduced to insignificance.

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Welche Aussagen sind richtig unter Bezug auf die gezeigten Tabellen? (x aus 5)

- A) Der Versuchsplan /das Design ist balanziert.
- B) In allen abhängigen Variablen ist zum 2. Messzeitpunkt im Mittel ein Anstieg der Messwerte zu beobachten.
- C) Die Effektstärke des Faktors „Ethnic Group“ ist für die Variable „Language Competence“ beim Übergang in die Schule größer als beim Übergang in den Kindergarten.
- D) Es zeigt sich in allen abhängigen Variablen beim Übergang in den Kindergarten ein signifikanter Effekt des Faktors „Messzeitpunkt“.
- E) Eine ihrer Forschungshypothesen formulieren die Autoren folgendermaßen: „...we hypothesized, that immigrant children in particular profit from the transition to kindergarten and school and thus show higher developmental gains in language competence, social support seeking, and self control than natives after these transitions“. Diese Hypothese konnte für alle abhängigen Variablen beim Übergang in die Schule bestätigt werden.

Lösung: C.

Aufgabe 19 (Schließende lineare Regression)

(5 Punkte)

Im Rahmen der Entwicklung eines mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragenbogens konnte eine Teilskala „Gehobene Stimmung“ identifiziert werden, die aus 8 Aussagen (angenehm, blendend, fröhlich, glücklich, gut, lebensfroh, wohl, zufrieden) zur gegenwärtigen Stimmung besteht¹. Die Antworten werden jeweils auf einer 5-stufigen Ratingskala erfasst, deren Endpunkte mit „überhaupt nicht 1“ und „sehr stark 5“ bezeichnet waren. Entsprechend wurden die Daten mit den Zahlen 1 bis 5 codiert, fehlende Antworten mit der Zahl 9. Es liegen die Daten von 503 Bürgern der Stadt Trier vor, die von Psychologen der dortigen Universität befragt wurden. Der Hochstimmungswert des Befragten wird gebildet, indem eine Summe aus seinen 8 Einzelantworten berechnet und mit dem Variablennamen „gehoben1“ gespeichert wird.

Bei der Befragung wurde u.a. auch das aus 138 Fragen bestehende Instrument „Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI)“ vorgelegt. Die Antworten werden im Format „stimmt“ (kodiert als 1) bzw. „stimmt nicht“ (kodiert als 2) erfasst. Damit besteht die Möglichkeit, empirisch zu untersuchen, ob es persönlichkeitsbedingte Determinanten der gemessenen gehobenen Stimmung gibt.

Als Methode wird eine multiple Regression im schrittweisen Vorwärtsverfahren eingesetzt, in deren Rahmen 4 Items aus dem Instrument „FPI“ als Prädiktoren ausgewählt wurden. Die wesentlichen Ergebnisse der Auswertungen mit SPSS sind in den folgenden Abbildungen wiedergegeben.

Modellzusammenfassung										
Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken					
					Änderung in R-Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Sig. Änderung in F	
1	,342 ^a	,117	,115	6,27253	,117	64,410	1	486	,000	
2	,410 ^b	,168	,165	6,09376	,051	29,934	1	485	,000	
3	,447 ^c	,199	,194	5,98522	,031	18,750	1	484	,000	
4	,470 ^d	,221	,214	5,91030	,022	13,349	1	483	,000	

a. Einflussvariablen : (Konstante), -Ich bin mit meinen gegenwärtigen Lebensbedingungen oft unzufrieden- Item 119 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)

b. Einflussvariablen : (Konstante), -Ich bin mit meinen gegenwärtigen Lebensbedingungen oft unzufrieden- Item 119 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt), -Ich bin häufiger abgespannt, matt und erschöpft- Item 079 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)

c. Einflussvariablen : (Konstante), -Ich bin mit meinen gegenwärtigen Lebensbedingungen oft unzufrieden- Item 119 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt), -Ich bin häufiger abgespannt, matt und erschöpft- Item 079 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt), -Nur selten kann ich richtig abschalten- Item 096 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)

d. Einflussvariablen : (Konstante), -Ich bin mit meinen gegenwärtigen Lebensbedingungen oft unzufrieden- Item 119 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt), -Ich bin häufiger abgespannt, matt und erschöpft- Item 079 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt), -Nur selten kann ich richtig abschalten- Item 096 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt), -Alles in allem bin ich ausgesprochen zufrieden mit meinem bisherigen Leben- Item 128 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)

¹Steyer et al.: Testtheoretische Analysen des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragenbogens. Diagnostica, 1994, 40, 4, S.320-328)

Koeffizienten ^a							
Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.	Kollinearitätsstatistik	
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta			Toleranz	VIF
4 (Konstante)	18,064	1,861		9,706	,000		
-Ich bin mit meinen gegenwärtigen Lebensbedingungen oft unzufrieden- Item 119 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)	2,180	,651	,160	3,351	,001	,706	1,416
-Ich bin häufiger abgespannt, matt und erschöpft- Item 079 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)	2,561	,576	,191	4,450	,000	,877	1,140
-Nur selten kann ich richtig abschalten- Item 096 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)	2,333	,569	,175	4,100	,000	,887	1,128
-Alles in allem bin ich ausgesprochen zufrieden mit meinem bisherigen Leben- Item 128 des Freiburger Persönlichkeitsinventars (1. Messzeitpunkt)	-2,430	,665	-,169	-3,654	,000	,753	1,328

a. Abhängige Variable: gehoben1

Welche der folgenden Aussagen sind richtig? (x aus 5)

- A) Bei jedem der in das Modell aufgenommenen Prädiktoren steigt die Varianzaufklärung des Modells signifikant auf dem 1-Prozent-Niveau.
- B) Das Modell mit vier Prädiktoren führt zu einer Varianzaufklärung von 47 Prozent.
- C) Die Aussage „Ich bin häufiger abgespannt, matt und erschöpft“ hat in Kombination mit den anderen Prädiktoren den absolut höchsten Einfluß auf die gehobene Stimmung.
- D) Die Ergebnisse zeigen, dass die Zufriedenheit der Versuchspersonen mit ihrem bisherigen Leben in Kombination mit den anderen Prädiktoren einen negativen Effekt auf die gehobene Stimmung hat.
- E) Die Korrelation zwischen der Aussage „Ich bin mit meinen gegenwärtigen Lebensbedingungen oft unzufrieden“ und der gemessenen gehobenen Stimmung ist absolut größer als 0,3 .

Lösung: A, C, E.

Aufgabe 20 (Forschungspraxis)

(5 Punkte)

Im beigefügten Artikel „Tuning in to Psychological Change...“ von DeWall et al. wenden die Autoren quantitative Methoden an.

Welche der folgenden Aussagen sind richtig ?

(x aus 5)

- A) Es werden Regressionsanalysen eingesetzt, um einen linearen Zusammenhang zu modellieren.
- B) Die abhängige Variable in den referierten Auswertungen ist die Zeit.
- C) Für die Interpretation der Ergebnisse ist das Vorzeichen des β -Gewichts bedeutsam.
- D) Die Abbildungen „Figure 1“ bis „Figure 4“ zeigen die Regressionsgeraden für die im Abschnitt „Results“ berichteten Regressionsmodelle.
- E) Für die Bewertung der Ergebnisse beziehen sich die Autoren auf den p-Wert eines einzelnen β -Gewichts im jeweiligen Regressionsmodell.

Lösung: A, C, E

Tuning in to Psychological Change: Linguistic Markers of Psychological Traits and Emotions Over Time in Popular U.S. Song Lyrics

C. Nathan DeWall and Richard S. Pond, Jr.
University of Kentucky

W. Keith Campbell
University of Georgia

Jean M. Twenge
San Diego State University

American culture is filled with cultural products. Yet few studies have investigated how changes in cultural products correspond to changes in psychological traits and emotions. The current research fills this gap by testing the hypothesis that one cultural product—word use in popular song lyrics—changes over time in harmony with cultural changes in individualistic traits. Linguistic analyses of the most popular songs from 1980–2007 demonstrated changes in word use that mirror psychological change. Over time, use of words related to self-focus and antisocial behavior increased, whereas words related to other-focus, social interactions, and positive emotion decreased. These findings offer novel evidence regarding the need to investigate how changes in the tangible artifacts of the sociocultural environment can provide a window into understanding cultural changes in psychological processes.

Keywords: cultural products, birth-cohort, meta-analysis, Linguistic Inquiry Word Count, song lyrics

Culture and music are powerful. They independently influence emotions (Kuppens, Realo, & Diener, 2008; Tamir & Robinson, 2007), thoughts (Krumhansl, 2002; Nisbett, Peng, Choi, & Norenzayan, 2001), and behavior (Anderson, Carnagey, & Eubanks, 2003; Yamagishi, Hashimoto, & Schug, 2008). But music and culture share a powerful relationship with each other that heretofore has been left unexplored—music serves as a cultural product that documents changes in U.S. culture across time.

The current work argues that popular song lyrics are a window into understanding U.S. cultural changes in psychological states. Research on changes in U.S. culture can focus on relatively large time periods, such as differences in social customs between modern Americans and early colonials (Calhoun, 2008). Recent research using self-report measures suggests, however, that U.S. culture has changed substantially in the past few decades, enough that individualistic traits such as extraversion, self-esteem, narcissism, and agency have risen over time (Roberts & Helson, 1997; Twenge, 1997; Twenge & Campbell, 2001, 2008; Twenge & Foster, 2010; Twenge, Konrath, Foster, Campbell, & Bushman, 2008). Studies have also found a corresponding decrease in more self-reported communal experiences, such as social connection (e.g., McPherson, Smith-Lovin, & Brashears, 2006). What these methods fail to capture, according to Morling and Lamoreaux

(2008), is how cultural products—tangible, public artifacts of the sociocultural environment—can enhance our theoretical understanding of culture (Adams & Markus, 2004; Kroeber & Kluckhohn, 1952). In addition, self-report measures on mental processes can be problematic (Nisbett & Wilson, 1977), making it desirable to explore how alternative methodologies can increase understanding of cultural change. Here, we test whether changes in U.S. culture between 1980 and 2007 influence an understudied cultural product in ways that reflect these psychological transformations: word use in popular song lyrics. We predict that popular song lyrics will serve as cultural artifacts of shifts toward self-focus, social disconnection, anger, antisocial behavior, and misery commonly found in self-report research.

Cultural Products

Cultural psychologists use a variety of methods to understand how cultures differ from each other. In a recent review of the literature, Morling and Lamoreaux (2008) argued that cultural psychologists focus primarily on measuring manifestations of culture that exist “in the head,” such as self-reports and behavioral observations. To be sure, these methods enable psychologists to understand much about how culture shapes the psyche. As noted above, these methods do not illustrate how cultural products can influence understanding of culture. Consistent with this reasoning, recent research showed that Eastern (e.g., Korea, Japan, China) and Western (e.g., U.S.) cultures produce cultural products that correspond closely to their respective collectivistic and individualist psyches (Morling & Lamoreaux, 2008). Cultural products can also inform scholars regarding within-cultural differences. Snibbe and Markus (2005), for example, demonstrated how cultural products, namely music lyric preferences, related to different models of agency among European Americans of different educational at-

This article was published Online First March 21, 2011.

C. Nathan DeWall and Richard S. Pond, Jr., Department of Psychology, University of Kentucky; W. Keith Campbell, Department of Psychology, University of Georgia; Jean M. Twenge, Department of Psychology, San Diego State University.

Correspondence concerning this article should be addressed to C. Nathan DeWall, 201 Kastle Hall, Department of Psychology, University of Kentucky, Lexington, KY 40506-0044. E-mail: nathan.dewall@uky.edu

tainment levels. Cultural products can also illustrate how groups of the same people change over time. Members of the music group, the Beatles, which had a tremendous impact on U.S. culture, showed changes in their linguistic lyrical styles over time that reflected changes in the development of their musical contributions (Petrie, Pennebaker, & Silvertsen, 2008). Thus, cultural products offer theoretically meaningful information about cross-cultural, within-cultural, and within-person differences, suggesting that much can be gained from a broadened focus on both the psychological and the cultural.

The present research tests the hypothesis that cultural products can also be used to understand psychological changes *within* a culture over time, exploring whether the linguistic contents of popular song lyrics change over time in tandem with generational shifts in personality traits over the same period of time. To test this hypothesis, we used the Linguistic Inquiry Word Count program (LIWC; Pennebaker, Booth, & Francis, 2007). Popular U.S. song lyrics represent cultural products that provide useful information regarding cultural values and mental states. Popular song lyrics in China, for example, contain more themes related to collectivism than do popular song lyrics in the U.S. (Rothbaum & Xu, 1995; Rothbaum & Tsang, 1998). And, as noted above, preference for song lyrics have been used to understand within-cultural differences regarding different psychological models of agency (Snibbe & Markus, 2005). These findings suggest that popular song lyrics often reflect cultural differences, but these investigations did not examine whether word use in popular song lyrics changes over time in tandem with psychological changes across the same period of time—as we do here.

Are U.S. Song Lyrics Becoming More Self-Focused Over Time?

Pronouns offer rich information about how people relate to others because their use distinguishes between self and other. Developmental research shows that infants, who are egocentric due to their stage of neural development (Piaget, 1926), use first-person singular pronouns before they use pronouns that refer to the self in relation to others (e.g., “we”; Murray, 1972). A similar pattern emerges among adults with egocentric traits. Raskin and Shaw (1988), for example, showed that scores on the Narcissistic Personality Inventory (NPI; Raskin & Hall, 1981) correlated positively with the number of first-person singular pronouns and negatively with the number of first-person plural pronouns used during an impromptu monologue. Given prior work showing an increase in NPI scores between 1982 and 2009 (Twenge & Foster, 2010), we expected that year would correlate positively with first-person singular pronoun use and negatively with first-person plural pronoun use, as narcissism is positively correlated with agency and negatively with communalism (Campbell, Rudich, & Sedikides, 2002; Campbell et al., 2007).

Are Song Lyrics Becoming More Socially Disconnected Over Time?

People have a fundamental need for social connection (Baumeister & Leary, 1995). Yet, feelings of loneliness and social isolation in the United States rose 250% between 1985 and 2004 (McPherson et al., 2006). In addition, more people now live alone

than ever before (U.S. Bureau of the Census, 2008). Hence we predicted that popular song lyrics would reflect a similar decrease over time in words related to social connection.

Are Song Lyrics Becoming More Angry and Antisocial Over Time?

As noted above, narcissism, a personality trait that has risen steadily since the early 1980s, is related to using self-focus words (Raskin & Shaw, 1988). Social connection is also decreasing over time (e.g., McPherson et al., 2006). Narcissism and social disconnection are both linked to heightened anger and antisocial behavior (Bushman & Baumeister, 1998; Twenge & Campbell, 2003). Therefore, we predicted that popular song lyrics would contain more words related to anger and antisocial behavior over time.

Do Song Lyrics Include Less Positive Emotion Over Time?

The focus on having high levels of positive emotion has increased over the past several decades. The self-help movement and other cultural practices have devoted themselves to increasing how much positive emotion people experience in their lives. This increased attention to positive emotion has even crept into psychological science, with the advent of the positive psychology movement (Seligman & Csikszentmihalyi, 2000) and scientific journals devoted to the study of happiness (e.g., *Journal of Happiness Studies*). It is therefore possible that popular song lyrics have included more positive emotion words over time.

Yet there is reason to predict the opposite—namely, that the use of positive emotion in popular songs has dwindled over time. A growing body of evidence suggests that individual mental health has decreased substantially over time. For example, Twenge, Gentile, DeWall, Ma, Lacefield, and Schurtz (2010) showed that scores on the MMPI clinical scales increased approximately one full standard deviation between 1938 and 2007. Of particular relevance, scores on the depression (D) scale have risen 0.66 standard deviation units between 1938 and 2007. Other work has shown that more people meet diagnostic criteria for major depressive disorder in recent generations compared to their predecessors (see Klerman & Weissman, 1989, for a review). Given this prior work showing diminished mental health over time, we expected a negative correlation between the year a song was published and the number of positive emotion words used.

Method

To explore changes in word use in popular songs over time, we obtained song lyrics for the 10 most popular U.S. songs (according to the Billboard Hot 100 year-end chart) for each year between 1980 through 2007. We chose this time period because prior work has shown significant cultural changes over time in motivation, personality, and emotion (e.g., Twenge, 1997; Twenge & Campbell, 2001, 2008; Twenge & Foster, 2010). The top 10 songs were chosen because of the preponderance of Top 10 lists that identify popular cultural products (e.g., foods, presents), including songs.

The Billboard Hot 100 is the music industry standard for tracking the weekly popularity of singles. Billboard rankings account for both album sales and radio airplay, using the Nielsen Sound-

scan and Broadcast Data Systems (BDS: The Nielsen Company, 2010). Nielsen BDS is the world's leading provider of media information. In addition to album sales and radio airplay, Billboard rankings have accounted for purchases of digital downloads since 2005 and streaming media since 2007.

We performed linguistic analyses using the LIWC program (Pennebaker et al., 2007), a widely used and well-validated program that counts the percentage of words in a body of text that correspond to various categories. The program uses an internal default dictionary comprised of several word categories according to how much a group of words relate to a particular topic. The LIWC word categories have adequate psychometric properties (Pennebaker et al., 2007). We analyzed our data using categories that correspond to previously documented psychological changes over time: first-person singular pronouns (e.g., I, me, mine), first-person plural pronouns (e.g., we, us, our), social interactions (e.g., mate, talk, child), anger and antisocial behavior (e.g., hate, kill, damn), and positive emotion (e.g., love, nice, sweet). All songs were spell-checked prior to submission to the LIWC. The song lyrics contained 88,621 total words.

Results

Analysis Strategy

The principal aim of this study was to determine whether lyrics in popular U.S. songs changed over time in a manner that mirrored documented psychological changes across the same time period (e.g., Twenge, 1997; Twenge & Campbell, 2001, 2008; Twenge & Foster, 2010). To provide a conservative test of our hypothesis, multiple regression analyses were conducted for each dependent variable, predicting word use from song year. Dummy variables for genre type (i.e., country, hip hop/r&b, pop, and rock) and changes in methodology (i.e., changes in ranking formula to account for digital downloads and streamed media) were entered as covariates. We present descriptive statistics for songs in each year in Tables 1–5. We present correlations among music genre types and the dependent variables in Table 6.

Are U.S. Song Lyrics Becoming More Self-Focused Over Time?

To test whether popular music has become more self-focused over time, we regressed use of first-person singular (e.g., I, me) and first-person plural (e.g., we, our) pronouns onto year. As expected, year was positively associated with first-person singular pronoun use, $\beta = .20$, $t(272) = 2.74$, $p = .007$, and was negatively associated with first-person plural pronoun use, $\beta = -.18$, $t(272) = -2.42$, $p = .016$ (Figures 1 and 2).

To assess the difference between pronouns related to agency (i.e., first-person singular) and communion (i.e., first-person plural) over time, we computed a difference score by subtracting first person plural pronoun use from first person singular pronoun use (see Campbell, 1999, for a similar scoring procedure). Higher scores reflected greater self-focus relative to other-focus. Year was positively associated with self-focus relative to other-focus pronoun use, $\beta = .23$, $t(272) = 3.16$, $p = .002$. Thus, changes in popular music lyrics mirror increases in narcissism over the past

Table 1
Descriptive Statistics for 1st Person Singular Pronoun Usage as a Function of Song Year

Year	<i>M</i> (<i>SD</i>)	95% CI
1980	6.88 (5.95)	(2.62, 11.14)
1981	9.39 (7.26)	(4.19, 14.58)
1982	8.62 (5.19)	(4.90, 12.33)
1983	5.92 (4.33)	(2.82, 9.01)
1984	7.51 (3.35)	(5.12, 9.91)
1985	9.70 (5.85)	(5.52, 13.89)
1986	8.46 (6.54)	(3.78, 13.13)
1987	6.40 (6.75)	(1.57, 11.23)
1988	8.92 (3.82)	(6.19, 11.66)
1989	11.04 (5.18)	(7.33, 14.75)
1990	6.59 (4.98)	(3.02, 10.15)
1991	10.28 (3.34)	(7.89, 12.67)
1992	9.63 (4.93)	(6.10, 13.15)
1993	10.78 (4.40)	(7.63, 13.92)
1994	12.83 (5.19)	(9.11, 16.54)
1995	8.69 (5.11)	(5.03, 12.34)
1996	10.23 (5.97)	(5.98, 14.52)
1997	12.49 (5.09)	(8.85, 16.13)
1998	9.61 (5.52)	(5.66, 13.55)
1999	8.68 (3.92)	(5.88, 11.48)
2000	8.88 (5.87)	(4.68, 13.08)
2001	12.50 (4.50)	(9.28, 15.71)
2002	10.38 (4.61)	(7.09, 13.68)
2003	13.03 (6.04)	(8.71, 17.35)
2004	8.72 (3.04)	(6.55, 10.90)
2005	9.50 (3.51)	(6.99, 12.01)
2006	7.35 (3.55)	(4.81, 9.89)
2007	9.18 (2.11)	(7.67, 10.69)

Note. CI = confidence interval. Means correspond to mean percent of word use.

27 years, with musical lyrics becoming increasingly self-focused over time.

Are Song Lyrics Becoming More Socially Disconnected Over Time?

To test whether popular song lyrics have become more socially disconnected over time, we regressed use of words related to social interactions (e.g., talking, sharing) onto song year. As expected, year and number of words related to social interactions were negatively associated, $\beta = -.17$, $t(272) = -2.32$, $p = .02$ (see Figure 3). This finding provides additional evidence that changes in popular song lyrics over time correspond to U.S. cultural changes. Just as people report greater rates of loneliness and social isolation over time, popular song lyrics changed over time to include fewer words related to social interactions.

Are Song Lyrics Becoming More Angry and Antisocial Over Time?

Our previous findings showed that song lyrics have changed over time to resemble the speaking patterns of narcissists (Raskin & Shaw, 1988) and to include fewer words related to social interactions. Because narcissism and social disconnection are related to increased anger and antisocial behavior (Bushman & Baumeister, 1998; Twenge & Campbell, 2003), we expected that

Table 2
Descriptive Statistics for 1st Person Plural Pronoun Usage as a Function of Song Year

Year	<i>M</i> (<i>SD</i>)	95% CI
1980	1.11 (1.45)	(.07, 2.14)
1981	2.07 (3.70)	(-.57, 4.72)
1982	2.38 (2.53)	(.56, 4.19)
1983	.21 (.53)	(-17, .60)
1984	.49 (.66)	(.02, .96)
1985	1.44 (1.52)	(.35, 2.53)
1986	1.56 (1.66)	(.37, 2.74)
1987	1.16 (2.16)	(-.37, 2.71)
1988	1.23 (1.21)	(.36, 2.09)
1989	.68 (.95)	(-.005, 1.36)
1990	.19 (.31)	(-.03, .41)
1991	1.65 (1.96)	(.24, 3.05)
1992	.76 (.81)	(.17, 1.34)
1993	.47 (.63)	(.02, .93)
1994	.58 (.75)	(.04, 1.18)
1995	1.43 (3.02)	(-.74, 3.59)
1996	.72 (1.19)	(-.13, 1.57)
1997	.84 (.88)	(.20, 1.47)
1998	.99 (1.55)	(-.12, 2.09)
1999	.62 (.57)	(.21, 1.03)
2000	1.05 (2.12)	(-.46, 2.57)
2001	.47 (.64)	(.01, .93)
2002	.50 (.53)	(.12, .88)
2003	.81 (1.61)	(-.34, 1.97)
2004	.74 (1.13)	(-.07, 1.54)
2005	1.08 (1.15)	(.25, 1.90)
2006	.69 (.58)	(.27, 1.10)
2007	1.30 (1.25)	(.40, 2.20)

Note. CI = confidence interval. Means correspond to mean percent of word use.

the percentage of anger and antisocial words in popular song lyrics would increase over time.

To test this hypothesis, we regressed the number of words related to anger and antisocial behavior (e.g., kill, hate, annoyed, damn, fuck) onto song year. The use of swear words corresponds to accepted definitions of antisocial behavior in that their use is not in agreement with standards for appropriate behavior (Anderson & Bushman, 2002). As predicted, the use of angry and antisocial song lyrics increased over time, $\beta = .15$, $t(272) = 2.08$, $p = .04$, (see Figure 4). Thus, popular song lyrics have become increasingly angry and antisocial over time.

Do Song Lyrics Include Less Positive Emotion Over Time?

We next tested our hypothesis that song lyrics would include a lower percentage of positive emotion words over time, which would be consistent with rises in psychopathology over time (Twenge, 1997; Twenge et al., 2010). Consistent with this prediction, year and the number of positive emotion words used were negatively associated, $\beta = -.17$, $t(272) = -2.24$, $p = .03$ (see Figure 5). These findings offer additional evidence that changes in popular song lyrics mirror psychological changes in U.S. culture regarding decreases in positive emotion.

Additional Considerations

Although we use first-person plural pronouns as our measure of other-focus, it is possible that third-person pronouns are also used to focus attention on others. By ignoring changes in the use of these words, we might be overlooking an important pattern of decreasing self-focus. We chose first-person plural pronouns instead of third-person terms for two reasons. First, using first-person plural pronouns, compared to third-person terms, involves people relating themselves to other people instead of describing another person's thoughts, feelings, or actions. We wanted to assess how much the song lyrics not only mentioned other people, but also how much the song lyrics mentioned other people in a communal way. Second, there is an extensive history of using first-person plural pronouns to assess how much people include others in their self-concept. For example, Slatcher, Vazire, and Pennebaker (2008) showed that use of first-person plural pronouns related to higher levels of satisfaction within romantic relationships, which is consistent with evidence showing a positive relationship between communality and relationship satisfaction (Clark, Lemay, Graham, Pataki, & Finkel, 2010). Thus, we based our choice not to use third-person terms on prior theory and evidence. Nonetheless, we examined the changes in third-person pronoun use over time. Neither third-person singular pronouns ($\beta = -.05$) nor third-person plural pronouns ($\beta = -.11$) changed over time (both $ps > .16$).

Table 3
Descriptive Statistics for Social Indicators as a Function of Song Year

Year	<i>M</i> (<i>SD</i>)	95% CI
1980	15.17 (4.66)	(11.84, 18.50)
1981	19.57 (5.48)	(15.65, 23.49)
1982	14.64 (5.60)	(10.64, 18.64)
1983	17.03 (6.46)	(12.41, 21.65)
1984	15.70 (5.31)	(11.90, 19.50)
1985	12.81 (3.44)	(10.35, 15.27)
1986	14.94 (8.24)	(9.05, 20.84)
1987	14.38 (5.54)	(10.42, 18.34)
1988	14.08 (4.56)	(10.82, 17.34)
1989	18.46 (6.37)	(13.89, 23.00)
1990	13.92 (4.95)	(10.38, 17.47)
1991	18.01 (3.96)	(15.17, 20.84)
1992	14.81 (3.74)	(12.14, 17.49)
1993	16.68 (4.40)	(13.53, 19.83)
1994	12.83 (5.35)	(9.00, 16.66)
1995	16.20 (4.49)	(12.98, 19.41)
1996	17.82 (5.30)	(14.03, 21.61)
1997	12.11 (4.58)	(8.83, 15.39)
1998	15.16 (6.20)	(10.73, 19.60)
1999	13.70 (4.79)	(10.28, 17.13)
2000	15.82 (4.92)	(12.29, 19.34)
2001	12.52 (5.32)	(8.72, 16.33)
2002	14.09 (6.30)	(9.58, 18.60)
2003	13.13 (4.19)	(10.13, 16.13)
2004	14.02 (4.20)	(11.01, 17.03)
2005	14.69 (7.74)	(9.15, 20.23)
2006	14.20 (3.18)	(11.93, 16.47)
2007	13.76 (3.46)	(11.28, 16.23)

Note. CI = confidence interval. Means correspond to mean percent of word use.

Table 4
Descriptive Statistics for Positive Affect Indicators as a Function of Song Year

Year	<i>M (SD)</i>	95% CI
1980	4.11 (3.25)	(1.78, 6.44)
1981	7.42 (3.66)	(4.80, 10.04)
1982	3.91 (2.31)	(2.26, 5.56)
1983	3.18 (1.17)	(2.34, 4.02)
1984	3.85 (1.31)	(2.91, 4.79)
1985	4.08 (1.71)	(2.86, 5.30)
1986	6.12 (4.40)	(2.97, 9.27)
1987	2.60 (1.65)	(1.42, 3.78)
1988	5.23 (3.16)	(2.97, 7.49)
1989	6.60 (3.49)	(4.10, 9.10)
1990	5.26 (3.68)	(2.63, 7.89)
1991	6.04 (5.64)	(2.00, 10.07)
1992	5.00 (3.02)	(2.84, 7.16)
1993	6.51 (4.23)	(3.48, 9.53)
1994	4.45 (2.14)	(2.92, 5.98)
1995	5.57 (3.42)	(3.12, 8.01)
1996	5.06 (3.21)	(2.77, 7.36)
1997	4.64 (2.57)	(2.81, 6.48)
1998	5.34 (3.63)	(2.74, 7.94)
1999	3.33 (2.22)	(1.74, 4.92)
2000	3.32 (2.16)	(1.77, 4.86)
2001	3.63 (2.96)	(1.51, 5.75)
2002	2.23 (1.22)	(1.36, 3.11)
2003	3.61 (2.17)	(2.06, 5.16)
2004	3.63 (2.62)	(1.76, 5.50)
2005	2.89 (1.91)	(1.52, 4.25)
2006	3.37 (3.10)	(1.15, 5.59)
2007	3.48 (2.41)	(1.75, 5.20)

Note. CI = confidence interval. Means correspond to mean percent of word use.

Another consideration involves the role of genre in influencing our findings. Indeed, one alternative explanation for our findings is that they reflect increased popularity of certain music genres (e.g., rhythm & blues, hip/hop) instead of relating to previously documented shifts in psychological traits and emotions. Our results contradict this possibility. Because our multiple regression analyses controlled for genre, any changes in genre over time did not significantly account for our effects. Together with the large body of evidence showing birth cohort changes over time on self-report measures (e.g., Twenge & Foster, 2010), our findings suggest that changes in song lyrics mirror shifts in personality traits and emotions.

Discussion

To understand cultural processes, psychologists must examine both intrapsychic characteristics and aspects of the sociocultural environment. Psychologists from a variety of subareas have focused primarily on cross-cultural and within-cultural differences in psychological processes using methods familiar to psychological scientists, such as self-report measures, behavioral observation, and laboratory experiments. Few prior investigations, however, have examined whether cultural products change over time in a manner consistent with birth cohort changes in psychological characteristics. We hasten to acknowledge that we did not examine the direct correlation between cultural products and psychological

Table 5
Descriptive Statistics for Antisocial Indicators as a Function of Song Year

Year	<i>M (SD)</i>	95% CI
1980	.27 (.50)	(-.08, .63)
1981	.25 (.56)	(-.15, .64)
1982	.18 (.58)	(-.23, .59)
1983	1.13 (2.04)	(-.33, 2.59)
1984	.40 (.94)	(-.27, 1.07)
1985	.30 (.59)	(-.12, .72)
1986	.46 (.90)	(-.18, 1.11)
1987	.10 (.22)	(-.05, .26)
1988	.07 (.22)	(-.09, .23)
1989	.45 (.60)	(.02, .88)
1990	.99 (1.81)	(-.30, 2.28)
1991	1.15 (2.97)	(-.98, 3.27)
1992	.42 (.92)	(-.24, 1.08)
1993	.58 (1.02)	(-.15, 1.31)
1994	.24 (.40)	(-.04, .53)
1995	.28 (.34)	(.04, .52)
1996	.60 (1.68)	(-.60, 1.81)
1997	.32 (.44)	(.006, .63)
1998	.57 (.81)	(-.008, 1.15)
1999	.78 (.94)	(.11, 1.45)
2000	.62 (1.40)	(-.38, 1.62)
2001	1.62 (2.20)	(.04, 3.19)
2002	.61 (.55)	(.22, 1.01)
2003	1.29 (1.88)	(-.05, 2.64)
2004	1.08 (1.89)	(-.27, 2.43)
2005	1.82 (2.70)	(-.12, 3.75)
2006	.84 (.96)	(.15, 1.52)
2007	.80 (1.12)	(.004, 1.60)

Note. CI = confidence interval. Means correspond to mean percent of word use.

states. Instead, the current research tested whether one type of cultural product—word use in popular song lyrics—changed over time similar to the increases in individualistic traits across the same time period in the U.S. (e.g., Twenge & Foster, 2010).

Our results provided consistent evidence in support of this hypothesis. Popular music lyrics now include more words related to a focus on the self. Just as narcissism is related to self-focused pronoun use (Raskin & Shaw, 1988), popular song lyrics showed changes toward more first-person singular pronouns and fewer first-person plural pronouns over time. Popular song lyrics include fewer words related to social interactions and positive emotions over time, which mirrors recent evidence showing increases in U.S. loneliness and psychopathology over time (McPherson et al., 2006; Twenge et al., 2010). Words related to anger and antisocial

Table 6
Correlations Between Genre Type and Linguistic Indicators

Genre	<i>r</i>				
	1st person singular	1st person plural	Social indicators	Positive affect	Antisocial indicators
Country	.049	-.017	-.009	.008	.014
Hip Hop/R&B	.067	-.008	.058	-.004	.101
Pop	-.026	-.057	.072	.071	-.049
Rock	-.077	.089	-.109	-.084	-.041

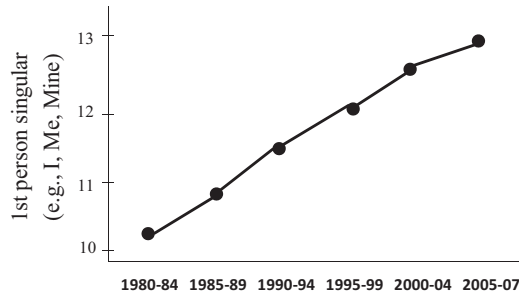


Figure 1. Association of year on first-person singular pronouns. Values on the y-axis represent the percentage of words that appeared from this word category.

behavior have also increased over time, which relates to increases in personality traits (e.g., narcissism) and social situations (e.g., social rejection) characterized by heightened anger and antisocial behavior (e.g., Bushman & Baumeister, 1998; Twenge & Campbell, 2003; DeWall, Twenge, Gitter, & Baumeister, 2009).

The broader implication from these findings is that psychological processes and cultural products mutually reinforce each other to remain in agreement with generational changes in psychological traits, goals, and emotions. Consistent with Shweder's (1991) argument that psychological processes and cultural products represent two sides of the same coin, our findings suggest that cultural products function to maintain and support shifts in psychological traits related to individualism and materialism. Therefore, understanding generational changes in psychological traits may involve making systematic comparisons of how tangible, public artifacts of the sociocultural environment have shifted over a similar time period. Within the context of the present research, simply tuning in to the most popular songs on the radio may provide people with increased understanding of their generation's current psychological characteristics—and how these characteristics may change in the future.

Limitations and Alternative Explanations

The results from the current investigation provided conclusive support for the hypothesis that cultural products change over time in tandem with generational changes in psychological characteristics. One limitation of this work is that our research focused exclusively on changes in U.S. song lyrics over time. As U.S.

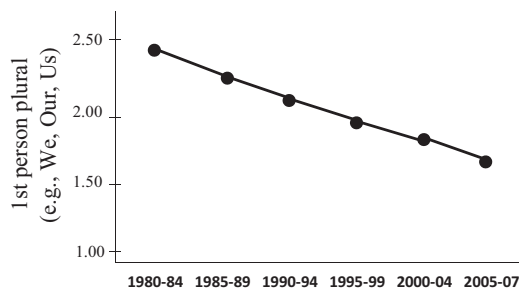


Figure 2. Association of year on first-person plural pronouns. Values on the y-axis represent the percentage of words that appeared from this word category.

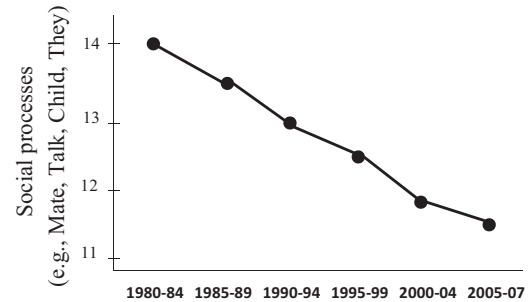


Figure 3. Association of year on social interaction words. Values on the y-axis represent the percentage of words that appeared from this word category.

citizens occupy less than 5% of the world population, the changes we identified should not be taken to apply internationally (Arnett, 2008). To be sure, our results may have differed had we investigated changes in popular song lyrics in cultures that have not seen changes in individualistic traits such as the United States. Future research may demonstrate how popular song lyrics from other cultures change to reflect recent changes in personality traits and emotions.

Another potential limitation is that although the LIWC program is a valid and reliable tool for linguistic analyses, it is not designed to analyze complex linguistic processes. It simply counts words and therefore neglects characteristics such as sarcasm, hidden meaning, and other complex communication processes inherent in many song lyrics. Despite these limitations, the current results suggest that counting the percentage of words in popular songs can offer useful information in how cultural products change over time in a manner that is similar to cultural changes in emotion, personality, and goals.

It is also possible that the company that owns Billboard has made decisions about what will be accepted by the population instead of the observed changes reflecting actual cultural change in emotion and personality. We discount this possibility for two reasons. First, there is a large body of self-report data that has consistently shown that the levels of various personality traits and emotion change over time (Twenge, 1997; Twenge & Campbell, 2001; Twenge et al., 2008). Instead, we argue that the outcomes changed over time according to changes in cultural values. Second, we believe it is unlikely that a company such as Billboard decided what culture would value. Billboard, like any other company

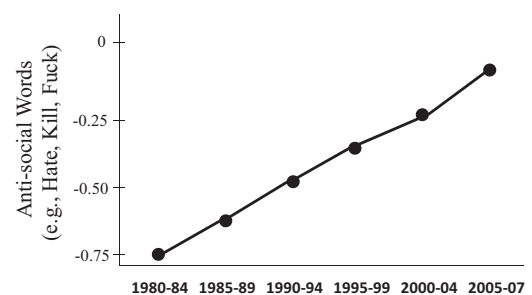


Figure 4. Association of year on antisocial words. Values on the y-axis represent the percentage of words that appeared from this word category.

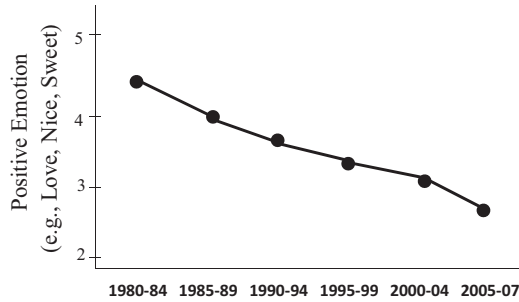


Figure 5. Association of year on positive emotion words. Values on the y-axis represent the percentage of words that appeared from this word category.

whose job is to report on popular trends in U.S. culture, depends on consumers to show it what songs are most desirable by members of culture who purchase that music. Thus, the current findings, together with prior theory and evidence, suggest that the changes over time in song lyrics reflected changes in psychological characteristics.

A final limitation is that the current results are correlational in nature and therefore should be interpreted with caution in terms of their causal basis. This problem is inherent in birth cohort studies such as ours because it is impossible to manipulate when groups of people are born. To be sure, it is not plausible that the directionality of our effects could be reversed, as changes in popular song lyrics could not cause changes in what year it is. Therefore, we attempted to rule out variables that may have accounted for the relationships between year and song lyric content, such as music genre.

Conclusion

U.S. culture is replete with cultural products. Whereas social scientists have identified a handful of examples of cultural products in nonhuman species (de Waal, 2002), humans are continuously inundated with cultural products. People listen to popular music, view billboards, and watch TV programs and movies. The current investigation provides novel evidence that changes in cultural products manifest generational changes in psychological characteristics. Given the ubiquity of cultural products, our findings begin to scratch the surface on how cultural products can expand understanding of how cultural changes over time influence personality traits, goals, and emotions.

References

- Adams, G., & Markus, H. R. (2004). Toward a conception of culture suitable for a social psychology of culture. In C. S. Crandall & M. Schaller (Eds.), *The psychological foundations of culture* (pp. 335–360). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Anderson, C. A., & Bushman, B. J. (2002). Human aggression. *Annual Review of Psychology*, *53*, 27–51.
- Anderson, C. A., Carnagey, N. L., & Eubanks, J. (2003). Exposure to violent media: The effects of songs with violent lyrics on aggressive thoughts and feelings. *Journal of Personality and Social Psychology*, *84*, 960–971.
- Arnett, J. J. (2008). The neglected 95%: Why American psychology needs to become less American. *American Psychologist*, *63*, 602–614.
- Baumeister, R. F., & Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, *117*, 497–529.
- Bushman, B. J., & Baumeister, R. F. (1998). Threatened egotism, narcissism, self-esteem, and direct and displaced aggression: Does self-love or self-hate lead to violence? *Journal of Personality and Social Psychology*, *75*, 219–229.
- Calhoun, A. W. (2008). *A social history of the American family from colonial times to the present (Vol. 3)*. Charleston, SC: BiblioBazaar, LLC.
- Campbell, W. K. (1999). Narcissism and romantic attraction. *Journal of Personality and Social Psychology*, *77*, 1254–1270.
- Campbell, W. K., Bosson, J. K., Goheen, T. W., Lakey, C. E., & Kernis, M. H. (2007). Do narcissists dislike themselves “deep down inside?” *Psychological Science*, *18*, 227–229.
- Campbell, W. K., Rudich, E., & Sedikides, C. (2002). Narcissism, self-esteem, and the positivity of self-views: Two portraits of self-love. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *28*, 358–368.
- Clark, M. S., Lemay, E. P., Graham, S. M., Pataki, S. P., & Finkel, E. J. (2010). Ways of giving and receiving benefits in marriage: Norm use and attachment related variability. *Psychological Science*, *2*, 944–951.
- de Waal, F. B. M. (2002). Evolutionary psychology: The wheat and the chaff. *Current Directions in Psychological Science*, *11*, 187–191.
- DeWall, C. N., Twenge, J. M., & Gitter, S. A., & Baumeister, R. F. (2009). It's the thought that counts: The role of hostile cognitions in shaping aggression following rejection. *Journal of Personality and Social Psychology*, *96*, 45–59.
- Klerman, G. L., & Weissman, M. M. (1989). Increasing rates of depression. *Journal of the American Medical Association*, *261*, 2229–2235.
- Kroeber, A. L., & Kluckhohn, C. (1952). *Culture: A critical review of concepts and definitions*. New York: Random House.
- Krumhansl, C. L. (2002). Music: A link between cognition and emotion. *Current Directions in Psychological Science*, *11*, 45–50.
- Kuppens, P., Realo, A., & Diener, E. (2008). The role of positive and negative emotions in life satisfaction judgment across nations. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*, 66–75.
- McPherson, M., Smith-Loving, L., & Brashears, M. E. (2006). Social isolation in America: Changes in core discussion networks over two decades. *American Sociological Review*, *71*, 353–375.
- Morling, B., & Lamoreaux, M. (2008). Measuring culture outside the head: A meta-analysis of individualism-collectivism in cultural products. *Personality and Social Psychology Review*, *12*, 199–221.
- Murray, F. (Ed.). (1972). *Critical features of Piaget's theory of development of thought*. New York: MSS Information Corp.
- Nisbett, R. E., Peng, K., Choi, I., & Norenzayan, A. (2001). Culture and systems of thought: Holistic vs. analytic cognition. *Psychological Review*, *108*, 291–310.
- Nisbett, R. E., & Wilson, T. D. (1977). Telling more than we can know: Verbal reports on mental process. *Psychological Review*, *84*, 231–259.
- Pennebaker, J. W., Booth, R. J., & Francis, M. E. (2007). *Linguistic Inquiry and Word Count: LIWC 2007*. Austin, TX: LIWC.
- Petrie, K. J., Pennebaker, J. W., & Sivertsen, B. (2008). Things we said today: A linguistic analysis of the Beatles. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *2*, 197–202.
- Piaget, J. (1926). *The language and thought of the child*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich.
- Raskin, R., & Hall, C. S. (1981). The Narcissistic Personality Inventory: Alternate form reliability and further evidence of construct validity. *Journal of Personality Assessment*, *45*, 159–162.
- Raskin, R., & Shaw, R. (1988). Narcissism and the use of personal pronouns. *Journal of Personality*, *56*, 393–404.
- Roberts, B. W., & Helson, R. (1997). Changes in culture, changes in personality: The influence of individualism in a longitudinal study of women. *Journal of Personality and Social Psychology*, *72*, 641–651.

- Rothbaum, F., & Tsang, B. Y. (1998). Lovesongs in the United States and China: On the nature of romantic love. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 29*, 306–319.
- Rothbaum, F., & Xu, X. (1995). The theme of giving back to parents in Chinese and American songs. *Journal of Cross-Cultural Psychology, 26*, 698–713.
- Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive psychology: An introduction. *American Psychologist, 55*, 5–14.
- Shweder, R. (1991). Cultural psychology: What is it? In R. A. Shweder (Ed.), *Thinking through cultures: Expeditions in cultural psychology* (pp. 73–110). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Slatcher, R. B., Vazire, S., & Pennebaker, J. W. (2008). Am “I” more important than “we?” Linguistic patterns in couples’ instant messages. *Personal Relationships, 15*, 407–424.
- Snibbe, A. C., & Markus, H. R. (2005). You can’t always get what you want: Educational attainment, agency, and choice. *Journal of Personality and Social Psychology, 88*, 703–720.
- Tamir, M., & Robinson, M. D. (2007). The happy spotlight: Positive mood and selective attention to rewarding information. *Personality and Social Psychology Bulletin, 33*, 1124–1136.
- The Nielsen Company. (2010, April 10). Nielsen Retrieved from <http://en-us.nielsen.com/home>
- Twenge, J. M. (1997). Changes in masculine and feminine traits over time: A meta-analysis. *Sex Roles, 36*, 305–325.
- Twenge, J. M., & Campbell, W. K. (2001). Age and birth cohort differences in self-esteem: A cross-temporal meta-analysis. *Personality and Social Psychology Review, 5*, 321–344.
- Twenge, J. M., & Campbell, W. K. (2003). “Isn’t it fun to get the respect that we’re going to deserve?” Narcissism, social rejection, and aggression. *Personality and Social Psychology Bulletin, 29*, 261–272.
- Twenge, J. M., & Campbell, W. K. (2008). Increases in positive self-views among high school students: Birth cohort changes in anticipated performance, self-satisfaction, self-liking, and self-competence. *Psychological Science, 19*, 1082–1086.
- Twenge, J. M., & Foster, J. D. (2010). Birth cohort increases in narcissistic personality traits among American college students, 1982–2009. *Social Psychological and Personality Science, 1*, 99–106.
- Twenge, J. M., Gentile, B., DeWall, C. N., Ma, D., Laceyfield, K., & Schurtz, D. R. (2010). Increases in psychopathology among young Americans, 1938–2007: A cross-temporal meta-analysis of the MMPI. *Clinical Psychology Review, 30*, 145–154.
- Twenge, J. M., Konrath, S., Foster, J. D., Campbell, W. K., & Bushman, B. J. (2008). Egos inflating over time: A cross-temporal meta-analysis of the Narcissistic Personality Inventory. *Journal of Personality, 76*, 875–901.
- U.S. Bureau of the Census, *Statistical Abstract of the United States*. Various years, 1925–2008. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Yamagishi, T., Hashimoto, H., Schug, J. (2008). Preferences vs. strategies as explanations for culture-specific behavior. *Psychological Science, 19*, 579–584.

Received July 2, 2009

Revision received December 7, 2010

Accepted January 26, 2011 ■

E-Mail Notification of Your Latest Issue Online!

Would you like to know when the next issue of your favorite APA journal will be available online? This service is now available to you. Sign up at <http://notify.apa.org/> and you will be notified by e-mail when issues of interest to you become available!