

## LÖSUNG 7

a.

- Aufrufen der Varianzanalyse: "Analysieren", "Mittelwerte vergleichen", "Einfaktorielle Varianzanalyse...", "Abhängige Variablen:" TVHOURS; "Faktor:" FINRELA.

Klicken der Schaltfläche "Optionen...", Auswählen von: "Deskriptive Statistik" und "Test auf Homogenität der Varianzen" sowie "Diagramm der Mittelwerte". Beenden mit „Weiter“.

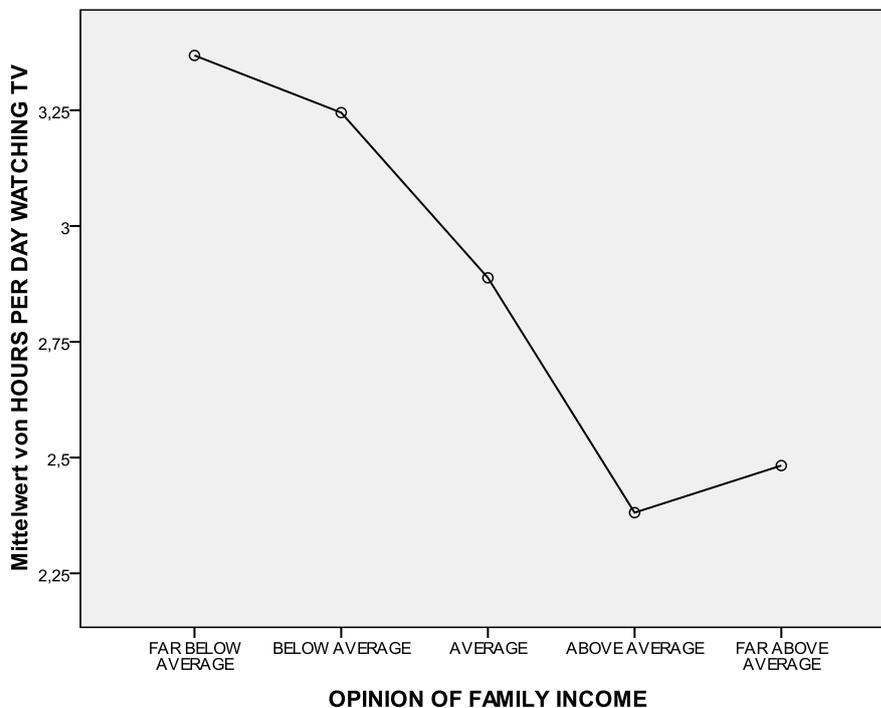
Klicken der Schaltfläche "Post Hoc...", Auswählen von: LSD (zum Anfordern des bekanntesten Tests auf Signifikanz der Einzelgruppendifferenzen). Beenden mit „Weiter“, „OK“.

- Die Spalte "Mittelwert" in der Ausgabetable "Deskriptive Statistik" (und auch das Diagramm der Mittelwerte) zeigt, dass der durchschnittliche Fernsehkonsum mit der Höhe des Einkommens sinkt (Ausnahme: die Gruppe "Far above average" im Vergleich zur vorhergehenden Gruppe "Above average". Allerdings ist diese Gruppe mit  $n = 29$  im Vergleich zu den anderen Gruppen schwach besetzt).

### ONEWAY deskriptive Statistiken

HOURS PER DAY WATCHING TV

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert		Minimum	Maximum
					Untergrenze	Obergrenze		
FAR BELOW AVERAGE	95	3,37	2,710	,278	2,82	3,92	0	20
BELOW AVERAGE	347	3,24	2,291	,123	3,00	3,49	0	16
AVERAGE	716	2,89	2,061	,077	2,74	3,04	0	20
ABOVE AVERAGE	286	2,38	2,286	,135	2,12	2,65	0	24
FAR ABOVE AVERAGE	29	2,48	2,400	,446	1,57	3,40	0	10
Gesamt	1473	2,90	2,233	,058	2,78	3,01	0	24



Anwendungsvoraussetzung

- Bei einem angenommenen Signifikanzniveau von  $\alpha = 1\%$  ist gemäß dem Levene-Test eine Ungleichheit der Varianzen nicht signifikant, man kann insofern Gleichheit der Varianzen annehmen ("Signifikanz" = 0,02 >  $\alpha = 0,01$ ). Auf dem 5 %-Niveau dagegen wäre die Ungleichheit der Varianz signifikant. Bei dieser Interpretation muss man bedenken, dass mit zunehmender Größe der Stichprobe praktisch jede noch so geringe Differenz signifikant wird. Wir haben hier eine große Stichprobe vorliegen. Wenn die Gruppenvarianzen auf dem 1 %-Niveau nicht signifikant sind, müssen die Varianzen schon sehr ähnlich sein. Man kann deshalb ruhig von Gleichheit der Varianzen ausgehen (eine Anwendungsvoraussetzung für die Varianzanalyse).

**Test der Homogenität der Varianzen**

HOURS PER DAY WATCHING TV

Levene-Statistik	df1	df2	Signifikanz
2,920	4	1468	,020

Signifikanz der Differenzen

- Kern der eigentlichen Varianzanalyse ist der F-Test zur Prüfung auf Signifikanz mindestens eines Unterschiedes im Fernsehkonsum bei den fünf (Einkommens-) Gruppen. Ein F-Prüfwert von 7,36 hat – unter der Bedingung, dass kein Unterschied im Fernsehkonsum der Gruppen existiert ( $H_0$ -Hypothese) – bei Freiheitsgraden  $df1 = 4$  und  $df2 = 1.486$  eine Wahrscheinlichkeit von 0,000 ("Signifikanz"). Mindestens eine Gruppendifferenz im Fernsehkonsum ist also signifikant bei einem Signifikanzniveau von z. B.  $\alpha = 1\%$  ("Signifikanz" = 0,000 <  $\alpha = 0,01$ ). Das Familieneinkommen hat also einen Einfluss auf den durchschnittlichen Fernsehkonsum.

**Einfaktorielle ANOVA**

HOURS PER DAY WATCHING TV

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	144,270	4	36,068	7,360	,000
Innerhalb der Gruppen	7194,045	1468	4,901		
Gesamt	7338,315	1472			

Signifikante Differenzen zwischen einzelnen Gruppen

- Der F-Test ist nur ein Globaltest dafür, ob mindestens eine der Differenzen im durchschnittlichen Fernsehkonsum der Gruppen signifikant ist. Man ergänzt ihn deshalb durch Tests auf Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen (es handelt sich um spezielle Varianten des t-Tests). Die Vergleiche mit Hilfe des LSD-Tests sind in der Ausgabetabelle "Mehrfachvergleiche" dargestellt. Interessant ist insbesondere die Spalte "Mittlere Differenz (I-J)". Hier werden die Differenzen der Durchschnittswerte des TV-Konsums der Gruppen angegeben. Zwischen den Gruppen "Far below average" und "Below average" z. B. beträgt sie 0,123 Stunden und ist bei einem Signifikanzniveau von 5 % nicht signifikant ( $0,63 > \alpha = 0,01$ ).

Dagegen zwischen "Far below average" und "average" 0,48 Stunden und ist signifikant, was sowohl das Sternchen an der Zahl (auf dem 5 %-Niveau) als auch der Wert 0,047 in der Spalte "Signifikanz" ausweist. Da die Differenz zwischen "Far below average" und "Below average"

gering ist, könnte man für die weitere Analyse überlegen, diese beiden Gruppen zusammenzufassen. Ähnliches gilt für die Gruppen "Far above average" und "Above average". "Far above average" unterscheidet sich von keiner einzigen anderen Gruppe signifikant. Das ist allerdings wohl auch auf die geringe Fallzahl in dieser Gruppe zurückzuführen.

**Mehrfachvergleiche**

HOURS PER DAY WATCHING TV  
LSD

(I) OPINION OF FAMILY INCOME	(J) OPINION OF FAMILY INCOME	Mittlere Differenz (I-J)	Standard fehler	Signifikanz	95%-Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
FAR BELOW AVERAGE	BELOW AVERAGE	,123	,256	,630	-,38	,63
	AVERAGE	,480*	,242	,047	,01	,95
	ABOVE AVERAGE	,987*	,262	,000	,47	1,50
	FAR ABOVE AVERAGE	,886	,470	,060	-,04	1,81
BELOW AVERAGE	FAR BELOW AVERAGE	-,123	,256	,630	-,63	,38
	AVERAGE	,357*	,145	,014	,07	,64
	ABOVE AVERAGE	,864*	,177	,000	,52	1,21
	FAR ABOVE AVERAGE	,762	,428	,075	-,08	1,60
AVERAGE	FAR BELOW AVERAGE	-,480*	,242	,047	-,95	-,01
	BELOW AVERAGE	-,357*	,145	,014	-,64	-,07
	ABOVE AVERAGE	,507*	,155	,001	,20	,81
	FAR ABOVE AVERAGE	,406	,419	,334	-,42	1,23
ABOVE AVERAGE	FAR BELOW AVERAGE	-,987*	,262	,000	-1,50	-,47
	BELOW AVERAGE	-,864*	,177	,000	-1,21	-,52
	AVERAGE	-,507*	,155	,001	-,81	-,20
	FAR ABOVE AVERAGE	-,102	,431	,814	-,95	,74
FAR ABOVE AVERAGE	FAR BELOW AVERAGE	-,886	,470	,060	-1,81	,04
	BELOW AVERAGE	-,762	,428	,075	-1,60	,08
	AVERAGE	-,406	,419	,334	-1,23	,42
	ABOVE AVERAGE	,102	,431	,814	-,74	,95

\*. Die Differenz der Mittelwerte ist auf dem Niveau 0.05 signifikant.

Erklärungskraft von FINRELA

- Dass die Variable FINRELA etwas zur Erklärung des TV-Konsums beiträgt, zeigen die bisherigen Ergebnisse. Aber Signifikanzmaße sind keine Maße für die Stärke des Effekts. Geeignet wäre hierfür dagegen  $\eta^2$ , ein Maß für den erklärten Varianzanteil. Es wird im Menü "Einfaktorielle ANOVA" nicht ausgegeben. Man kann es aber aus den Angaben der Tabelle „Einfaktorielle ANOVA“ errechnen:

$$\eta^2 = \frac{SAQ_{\text{zwischen}}}{SAQ_{\text{Total}}} = \frac{144,270}{7338,315} \approx 0,02$$

Man kann es auch über das Menü "Mittelwerte vergleichen" oder im unten besprochenen Menü "Allgemeines lineares Modell", "Univariat" erlangen.

Im ersten Fall: "Analysieren", "Mittelwerte vergleichen", "Mittelwerte...", "Abhängige Variablen:" TVHOURS; "Unabhängige Variablen:" FINRELA. Klicken von "Optionen", Auswählen von: "ANOVA-Tabelle und Eta". Beenden mit „Weiter“ und „OK“. Das für uns hier interessierende Ergebnis steht in der Ausgabetablelle "Zusammenhangsmaße". Trotz der eindeutig signifikanten Beziehung zwischen Einkommen und TV-Konsum ist der Erklärungswert der Variablen Einkommen mit 2 % erklärter Varianz (Eta-Quadrat 0,20) äußerst gering.

Zusammenhangsmaße

	Eta	Eta-Quadrat
HOURS PER DAY WATCHING TV * OPINION OF FAMILY INCOME	,140	,020

## b.

- Der Erklärungswert der Variablen HRS1 (Number of hours worked last week) soll voll genutzt werden, d. h. wir fassen die Werte nicht zu Gruppen zusammen. Allerdings sollen die Fälle mit 0 Stunden Erwerbsarbeit auch berücksichtigt werden. Wir umkodieren deshalb die Variable HRS1 in eine neue HRS3, in der nun der Wert -1 zu 0 verändert und als gültiger Wert deklariert wird. "Transformieren", "Umkodieren in andere Variablen...", "Eingabevariable ": HRS1; "Ausgabevariable": HRS3, "Alte und neue Werte...": "Alter Wert": "Wert": -1, "Neuer Wert": "Wert": 0, "Hinzufügen", "Alle anderen Werte", "Alte Werte kopieren", "Hinzufügen". In der Datenansicht 98 und 99 als fehlende Werte deklarieren.
- Die rational skalierte Variable HRS3 eignet sich nicht als Faktor. Wir führen sie vielmehr als Kovariate ein.  
"Analysieren", "Allgemeines lineares Modell", "Univariat...", "Abhängige Variable:" TVHOURS, "Feste Faktoren:" FINRELA und MARITAL, "Kovariate(n):" HRS3.
- Wir führen außerdem einen Homogenitätstest durch und wollen die Effektgröße der einzelnen Faktoren schätzen. Außerdem soll ein Mehrfachvergleich zwischen den Gruppen aufgerufen werden. Die dafür üblichen Post-hoc-Tests stehen bei Verwendung von Kovariaten nicht zur Verfügung. Schaltfläche "Optionen", Auswählen von: "Deskriptive Statistiken", "Schätzungen der Effektgröße" und "Homogenitätstests". Abschließen mit „Weiter“ und „OK“.
- Der Levene-Test ergibt (bei einem angenommenen Signifikanzniveau von z. B.  $\alpha = 0,05$ ) signifikante Differenzen zwischen den Gruppenvarianzen ("Signifikanz" =  $0,00 < \alpha = 0,05$ ). Daher sind die Ergebnisse des F-Tests nicht zuverlässig und vorsichtig zu interpretieren.

Levene-Test auf Gleichheit der Fehlervarianzen<sup>a</sup>

Abhängige Variable:tvhours

F	df1	df2	Sig.
2,976	24	1439	,000

Prüft die Nullhypothese, daß die Fehlervarianz der abhängigen Variablen über Gruppen hinweg gleich ist.

a. Design: Konstanter Term + hrs3 + finrela + marital + finrela \* marital

Die eigentliche Varianzanalyse ergibt folgende Ausgabe:

## Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: HOURS PER DAY WATCHING TV

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	870,998 <sup>a</sup>	25	34,840	7,767	,000	,119
Konstanter Term	2897,016	1	2897,016	645,833	,000	,310
hrs3	439,660	1	439,660	98,014	,000	,064
finrela	26,545	4	6,636	1,479	,206	,004
marital	26,260	4	6,565	1,464	,211	,004
finrela * marital	87,669	16	5,479	1,222	,243	,013
Fehler	6450,442	1438	4,486			
Gesamt	19636,000	1464				
Korrigierte Gesamtvariation	7321,440	1463				

a. R-Quadrat = ,119 (korrigiertes R-Quadrat = ,104)

- Bei der Interpretation lassen wir den "Konstanten Term" außer Betracht. Wir betrachten zunächst den Effekt der beiden festen Faktoren FINRELA und MARITAL. Beide Effekte sind bei einem Signifikanzniveau von z. B. 5 % ( $\alpha = 0,05$ ) nicht signifikant ("Signifikanz" = 0,206 bzw. 0,211  $>$   $\alpha = 0,05$ ). Sie tragen mit je 0,4 % ("Partielles Eta-Quadrat") auch nur sehr wenig zur Erklärung des TV-Konsums bei. Außerdem interagieren beide Variablen. Ihre Interaktion trägt zwar noch mehr zur Erklärung des Fernsehkonsums bei als die Haupteffekte FINRELA und MARITAL, aber der Effekt ist auch nicht signifikant. Mit Abstand den größten Effekt hat die Kovariate HRS3 (wöchentliche Arbeitsstunden). Das Gesamtmodell erklärt nur 11,9 % der Varianz ("R-Quadrat = 0,119"), ist also nur von schwacher Erklärungskraft.
- Wie andere Analysen, z. B. die Kreuztabellierung zwischen Familienstand (MARITAL) und Einkommensverhältnisse (FINRELA) zeigen, korrelieren beide Variablen sehr stark. Verheiratete haben ein deutlich höheres Einkommen als Alleinstehende. Daher haben beide Variablen hinsichtlich des TV-Konsums in vielen Fällen keinen eigenständigen Erklärungswert. Wenn man eine der beiden Variablen aus dem Modell streicht, wird der Erklärungsbeitrag der verbleibenden Variable signifikant, die Erklärungskraft des Gesamtmodells sinkt nur wenig. Auch dies zeigt, dass sie weitgehend denselben Faktor repräsentieren.
- Die Ausgabetabelle "Deskriptive Statistiken" erlaubt den Vergleich der Gruppen im Detail. Sie enthält keine Angaben zur Signifikanz der Differenzen. Wir können nur die Mittelwerte zur Analyse heranziehen. So sieht man bei den zusammenfassenden Werten, was schon die eindimensionale Analyse ergab, dass der TV-Konsum mit steigendem Einkommen abnimmt (mit Ausnahme der einkommensstärksten Gruppe). Die andere Randverteilung zeigt den geringsten TV-Konsum bei den Verheirateten, den höchsten bei den Verwitweten. Die Kombination der Einkommensgruppen mit dem Familienstand bringt kein ganz einheitliches Ergebnis. Innerhalb aller Einkommensgruppen haben die Verheirateten im Allgemeinen den geringsten TV-Konsum. Es gibt aber Ausnahmen (bei "average" und "far above average"). Auch sonst ist das Bild nicht durchgehend einheitlich. Sicher spielen weitere Erklärungsvariablen eine Rolle, die bei besonderen Kombinationen wirken. Außerdem sind einige Gruppen schwach besetzt, so dass deren Befunde als stark zufallsanfällig betrachtet werden müssen.

## Deskriptive Statistiken

Abhängige Variable: HOURS PER DAY WATCHING TV

OPINION OF FAMILY INCOME	MARITAL STATUS	Mittelwert	Standardabweichung	N
FAR BELOW AVERAGE	MARRIED	2,59	1,708	34
	WIDOWED	3,22	2,489	9
	DIVORCED	4,27	4,049	22
	SEPARATED	4,80	1,095	5
	NEVER MARRIED	3,40	2,466	25
	Gesamt		3,37	2,710
BELOW AVERAGE	MARRIED	3,10	2,176	138
	WIDOWED	3,98	2,484	53
	DIVORCED	3,15	2,127	72
	SEPARATED	3,79	3,239	14
	NEVER MARRIED	2,97	2,256	67
	Gesamt		3,25	2,294
AVERAGE	MARRIED	2,81	1,893	402
	WIDOWED	3,72	2,654	75
	DIVORCED	2,67	1,476	87
	SEPARATED	1,73	1,009	11
	NEVER MARRIED	2,91	2,433	137
	Gesamt		2,89	2,066
ABOVE AVERAGE	MARRIED	2,12	1,407	191
	WIDOWED	4,76	4,737	17
	DIVORCED	2,68	4,616	25
	SEPARATED	2,67	,577	3
	NEVER MARRIED	2,42	1,648	48
	Gesamt		2,38	2,292
FAR ABOVE AVERAGE	MARRIED	2,29	2,431	14
	WIDOWED	3,50	2,121	2
	DIVORCED	1,67	,816	6
	SEPARATED	3,00	2,000	3
	NEVER MARRIED	3,50	4,359	4
	Gesamt		2,48	2,400
Gesamt	MARRIED	2,67	1,873	779
	WIDOWED	3,89	2,868	156
	DIVORCED	2,97	2,601	212
	SEPARATED	3,14	2,404	36
	NEVER MARRIED	2,89	2,307	281
	Gesamt		2,90	2,237