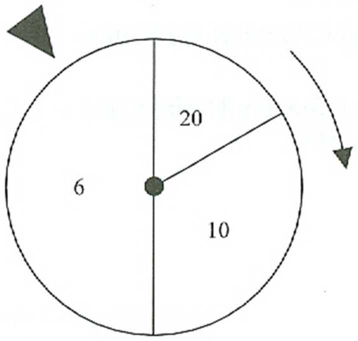
Realschulabschluss Zufall und Wahrscheinlichkeit (Wahlteil) 2008-2014
7 Aufgaben im Dokument

Aufgabe W4a/2008

Ein Glücksrad mit den Mittelpunktswinkeln $60°$, $120°$ und $180°$ ist mit den Zahlen 20, 10 und 6 beschriftet.
Es wird zweimal gedreht.
Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Summe der erhaltenen Zahlen genau 30 ergibt?



Lösung: $p = \frac{2}{18} \approx 11{,}1\,\%$

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Summe größer als 12 ist?

Lösung: $p = \frac{3}{4} = 75\,\%$

Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist die Summe kleiner als 30?

Lösung: $p = \frac{31}{36} \approx 86{,}1\,\%$

Aufgabe W4a/2009

Zwei Spielwürfel werden geworfen.
Die beiden gewürfelten Augenzahlen werden addiert (Augensumme).
Welche Wahrscheinlichkeit hat das Ereignis "Augensumme kleiner als 5"? Lösung: $p = \frac{1}{6} \approx 16{,}7\,\%$

Bei einem Pasch sind die Augenzahlen gleich. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, keinen Pasch zu werfen?

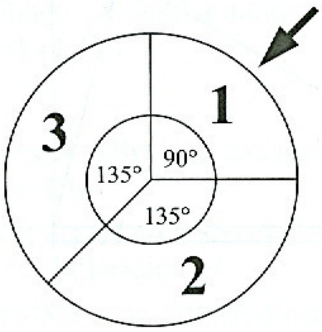
Lösung: $p = \frac{5}{6} \approx 83{,}3\,\%$

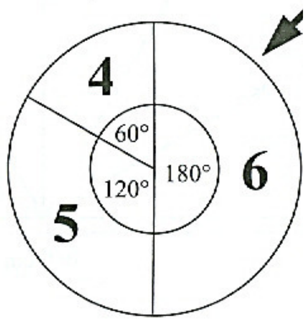
Nennen Sie zwei Ereignisse, für die sich die Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{12}$ ergibt.

Lösung (z.B.): $P(Augensumme < 4) = \frac{1}{12}$; $P(Augensumme > 10) = \frac{1}{12}$

Aufgabe W4a/2010

Die beiden Glücksräder werden gedreht. Die Ergebnisse beider Glücksräder werden addiert. Es werden zwei Gewinnsituationen angeboten:





Gewinnsituation A:	„Summe **8** oder **9**„
Gewinnsituation B:	„alle anderen Summen „

Für welche würden Sie sich entscheiden? Lösung: $p_A = 50\,\%$; $p_B = 50\,\%$

Anschließend wird das rechte Glücksrad so verändert, dass die Sektoren der Zahlen 4 und 5 jeweils den Mittelpunktswinkel $90\,°$ erhalten.
Für welche Gewinnsituation würden Sie sich jetzt entscheiden?

Lösung: $p_A = \frac{15}{32} \approx 46{,}9\,\%$; $p_B = \frac{17}{32} \approx 53{,}1\,\%$

Aufgabe W4a/2011

Die Abschlussklassen der Linden-Realschule organisieren zugunsten eines sozialen Projekts eine Tombola. Die Tabelle zeigt die Losverteilung und die damit jeweils verbundenen Gewinne.

Anzahl der Lose	Wert des Gewinns
150 Nieten	Kein Gewinn
40 Kleingewinne	Je 4,00 €
10 Hauptgewinne	Je 20,00 €

Ein Los kostet 2,00 €.

Berechnen Sie den Erwartungswert. Lösung: $E(X) = -0{,}20$ €

Um den Gewinn für das soziale Projekt zu erhöhen, geben die Klassen 50 weitere Nieten in die Lostrommel.

Welchen Betrag können die Abschlussklassen spenden, wenn alle Lose verkauft werden?

Lösung: $E(X) = -0{,}56$ €; $G = 140$ €

Aufgabe W4a/2012

Bei einer Wohltätigkeitsveranstaltung führt die Klasse $10a$ der Neckar-Realschule ein Glücksspiel durch.

Die Sektoren des dafür verwendeten Glücksrades sind rot, gelb und blau gefärbt.

Die Wahrscheinlichkeit für Rot beträgt 25 %, für Gelb $\frac{1}{3}$.

Das Glücksrad wird einmal gedreht.

Folgender Gewinnplan ist vorgesehen:

Farbe	Gewinn
Rot	4,00 €
Gelb	1,50 €
Blau	0,60 €

Pro Spiel werden 2,00 € Einsatz verlangt.

Berechnen Sie den Erwartungswert. Lösung: $E(X) = 0{,}25$ €

Die Klasse möchte ihren zu erwartenden Gewinn pro Spiel verdoppeln. Dabei sollen das Glücksrad und der Einsatz pro Spiel nicht verändert werden. Stellen Sie einen möglichen Gewinnplan auf.

Lösung: *Der Gewinnplan für Rot muss von 4 € auf 3 € geändert werden.*

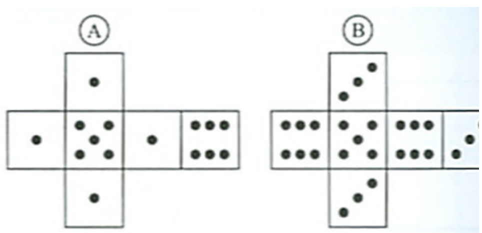
Aufgabe W4a/2013

Die beiden Netze zeigen die Augenzahlen zweier besonderer Spielwürfel.

Beide Würfel werden gleichzeitig geworfen.

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, mindestens eine „Sechs" zu werfen?

Lösung: $p = 44{,}44$ %



Die beiden Würfel werden für ein Glücksspiel eingesetzt. Dazu wird nebenstehender Gewinnplan geprüft.

Berechnen Sie den Erwartungswert.

Lösung: $EX = -0{,}25$

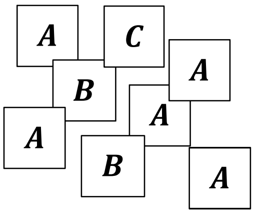
Wurfergebnisse	Gewinn
Gleiche Augenzahl (Pasch)	9,00 €
Verschiedene Augenzahlen	Kein Gewinn
Einsatz pro Spiel: 1,00 €	

Der Veranstalter möchte beim Würfelnetz A die „Fünf" durch eine „Sechs" ersetzen.
Der Gewinnplan soll gleichbleiben. Wäre dies für ihn vorteilhaft?
Begründen Sie.

Lösung*: nicht vorteilhaft, da sich $EX = 0$ ergibt.*

Aufgabe W4a/2014

Acht gleich große Karten sind mit den Buchstaben A, B und C beschriftet. Die Karten liegen so auf dem Tisch, dass die Buchstaben nicht sichtbar sind. Es werden zwei Karten gleichzeitig gezogen.



- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, zwei Karten mit verschiedenen Buchstaben zu ziehen?
- Die Karten sollen für ein Glücksspiel verwendet werden. Untenstehende Gewinnpläne werden geprüft. Für welchen Gewinnplan soll sich der Betreiber entscheiden? Begründen Sie Ihre Aussage.

Ergebnis der Ziehung	***Gewinnplan 1***	***Gewinnplan 2***
Zwei gleiche Buchstaben	$3{,}00$ €	$5{,}00$ €
Der Buchstabe $\boldsymbol{C}$ ist gezogen	$5{,}00$ €	$3{,}00$ €
Restliche Möglichkeiten	kein Gewinn	kein Gewinn
Einsatz pro Spiel: $2{,}50$ €		

Lösung: $P(zwei\ unterschiedliche\ Buchstaben) = \frac{34}{56} \approx 60{,}7\%$

Der Spielebetreiber sollte sich für Gewinnplan 1 entscheiden.

Lösung W4a/2008

Lösungslogik

Es handelt sich um Ziehen mit Zurücklegen.
Aufstellung der Einzelwahrscheinlichkeit für die verschiedenen Zahlen.
Berechnung der Wahrscheinlichkeit für Summe genau 30.
Berechnung der Wahrscheinlichkeit für Summe größer als 12.
Berechnung der Wahrscheinlichkeit für Summe kleiner als 30.

Klausuraufschrieb

$P(6) = \frac{1}{2}$ $\qquad P(10) = \frac{1}{3}$ $\qquad P(20) = \frac{1}{6}$

$P(Summe = 30) = P\{(10;20),(20;10)\}$

$P(10;20) = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{18}$ $\qquad P(20;10) = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{18}$

$P(Summe = 30) = P(10;20) + P(20;10) = \frac{1}{18} + \frac{1}{18} = \frac{2}{18} \approx 11{,}1\ \%$

Die Summe größer als 12 hat das Gegenereignis Summe gleich 12.

$P(Summe > 12) = 1 - P(Summe = 12)$

$P(6;6) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

$P(Summe > 12) = 1 - \frac{1}{4} = \frac{3}{4} \approx 75\ \%$

Die Summe kleiner als 30 hat das Gegenereignis Summe größer gleich 30.

$P(Summe < 30) = 1 - \big(P(Summe = 30) + P(Summe = 40)\big)$

$P(Summe < 30) = 1 - \frac{2}{18} - \frac{1}{36} = \frac{31}{36} \approx 86{,}1\ \%$

Lösung W4a/2009

Lösungslogik

Aufstellung einer 6-Zeilen-6-Spaltentabelle mit Eintragung der Elementarereignisse in die einzelnen Tabellenelemente.
Ermittlung der gefragten Wahrscheinlichkeiten aus der Anzahl möglicher Elementarereignisse in der Tabelle.

Klausuraufschrieb

1. Würfel \ 2. Würfel/Wurf	1	2	3	4	5	6
1	11	12	13	14	15	16
2	21	22	23	24	25	26
3	31	32	33	34	35	36
4	41	42	43	44	45	46
5	51	52	53	54	55	56
6	61	62	63	64	65	66

$P(Augensumme < 5) = P\{(1;1),(1:2),(2;1),(2,2);(1,3),(3,1)\}$

Die Wahrscheinlichkeit jedes Einzelelements der Tabelle beträgt $\frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$, somit ist

$$P(Augensumme < 5) = 6 \cdot \frac{1}{36} = \frac{6}{36} = \frac{1}{6} \approx 16{,}7\ \%$$

$$P(kein\ Pasch) = 1 - P(Pasch) = 1 - \frac{6}{36} = \frac{30}{36} = \frac{5}{6} \approx 83{,}3\ \%$$

$$p = \frac{1}{12} = \frac{3}{36}$$

$$P(Augensumme < 4) = \frac{3}{36} = \frac{1}{12}$$

$$P(Augensumme > 10) = \frac{3}{36} = \frac{1}{12}$$

Lösung W4a/2010

Lösungslogik

Aufstellung der Einzelwahrscheinlichkeit für die verschiedenen Zahlen über die angegebenen Mittelpunkts-Winkel.
Berechnung der Wahrscheinlichkeiten $P(A)$ und $P(B)$ und Vergleich.
Neuberechnung der Wahrscheinlichkeit für die Zahlen 4 und 5 über die neuen Mittelpunktswinkel.
Berechnung der Wahrscheinlichkeiten $P(A)$ und $P(B)$ und Vergleich.

Klausuraufschrieb

$P(1) = \frac{1}{4}$ $\quad P(2) = \frac{135}{360} = \frac{3}{8}$ $\quad P(3) = \frac{3}{8}$

$P(4) = \frac{1}{6}$ $\quad P(5) = \frac{1}{3}$ $\quad P(6) = \frac{1}{2}$

$P(A) = \{(3; 5), (2; 6), (3; 6)\}$

$P(B) = 1 - P(A)$

$P(3; 5) = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{3}$ $\quad P(2; 6) = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{2}$ $\quad P(3; 6) = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{6}$

$P(A) = P(3; 5) + P(2; 6) + P(3; 6) = \frac{3}{24} + \frac{3}{16} + \frac{3}{16} = \frac{1}{2} = 50\ \%$

$P(B) = 1 - P(A) = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} = 50\%$

Es ist gleichgültig, für welche Gewinnsituation man sich entscheidet.

Geänderter Mittelpunkts-Winkel für die 4 und die 5.

$P(4) = \frac{1}{4}$ $\quad P(5) = \frac{1}{4}$

$P(3; 5) = \frac{3}{8} \cdot \frac{1}{4}$

$P(A) = P(3; 5) + P(2; 6) + P(3; 6) = \frac{3}{32} + \frac{3}{16} + \frac{3}{16} = \frac{15}{32} \approx 46{,}9\ \%$

$P(B) = 1 - P(A) = 1 - \frac{15}{32} = \frac{17}{32} \approx 53{,}1\ \%$

Man wird sich jetzt für Gewinnsituation B entscheiden.

Lösung W4a/2011

Lösungslogik

Aufgabe zum Erwartungswert.
Aufstellen einer Tabelle aus drei Zeilen mit drei Spalten, die ersten zwei Spalten für die Gewinnsituationen, die dritte Spalte für die Niete.
Eintragung der jeweiligen Gewinne **abzüglich** Lospreis in die ersten beiden Spalten der ersten Zeile. Eintragung des Lospreises mit negativem Vorzeichen in die dritte Spalte der ersten Zeile.
Eintragung der Wahrscheinlichkeiten für die Gewinne in die ersten beiden Spalten der zweiten Zeile, Wahrscheinlichkeit für die Nieten in der dritten Spalte der zweiten Zeile.
Spalten der Zeile eins und zwei vorzeichengerecht multiplizieren und in die Spalten der dritten Zeile eintragen.
Vorzeichengerechte Addition der Spalteninhalte der dritten Zeile ergibt den Erwartungswert.
Neuberechnung des Erwartungswertes mit erhöhter Losanzahl.
Berechnung des Betrages, der gespendet werden kann über die Multiplikation von Anzahl der Lose mit dem Betrag des Erwartungswertes.

Klausuraufschrieb

$P(20\text{ €}) = \frac{10}{200} = \frac{1}{20}$ $P(4\text{ €}) = \frac{40}{200} = \frac{1}{5}$ $P(-2\text{ €}) = \frac{150}{200} = \frac{3}{4}$

Berechnung der Erwartungswerte:

18 €	2 €	$-2{,}00\text{ €}$
$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{3}{4}$
$0{,}90\text{ €}$	$0{,}40\text{ €}$	$-1{,}50\text{ €}$

$EX = 0{,}9 + 0{,}40 - 1{,}50 = -0{,}20\text{ €}$

Neuberechnung nach Erhöhung der Losanzahl:

$P(20\text{ €}) = \frac{10}{250} = \frac{1}{25}$ $P(4\text{ €}) = \frac{40}{250} = \frac{4}{25}$ $P(-2\text{ €}) = \frac{200}{250} = \frac{4}{5}$

Berechnung der Erwartungswerte

18 €	2 €	$-2{,}00\text{ €}$
$\frac{1}{25}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{4}{5}$
$0{,}72\text{ €}$	$0{,}32\text{ €}$	$-1{,}60\text{ €}$

$EX = 0{,}72 + 0{,}32 - 1{,}60 = -0{,}56\text{ €}$

Verkauf aller Lose:

$G = n \cdot |EX| = 250 \cdot 0{,}56 = 140\text{ €}$

Die Schüler der Abschlussklasse können 140 € *spenden, wenn alle Lose verkauft werden.*

Lösung W4a/2012

Lösungslogik

Aufgabe zum Erwartungswert.
Aufstellen einer Tabelle aus drei Zeilen mit drei Spalten, ähnlich Aufgabe W4a/2011. Da jedoch alle Farben gewinnen, wird keine Spalte für den Spieleinsatz eingetragen.
Berechnung der Wahrscheinlichkeit für die Farbe Blau über den Satz von der totalen Wahrscheinlichkeit „Die Summe der Wahrscheinlichkeiten aller Elementereignisse eines Zufallsexperiments ist stets 1„.
Spalten der Zeile eins und zwei multiplizieren und in die Spalten der dritten Zeile eintragen. Vorzeichengerechte Addition der Spalteninhalte der dritten Zeile ergibt den Erwartungswert.
Berechnung der Veränderung des Gewinnplans, damit der Gewinn pro Spiel verdoppelt wird.

Klausuraufschrieb

$P(rot) = \frac{1}{4}$ $P(gelb) = \frac{1}{3}$ $P(blau) = 1 - \frac{1}{4} - \frac{1}{3} = \frac{5}{12}$

Berechnung der Erwartungswerte

4 €	$1{,}50\text{ €}$	$0{,}60\text{ €}$
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{5}{12}$
$1{,}00\text{ €}$	$0{,}50\text{ €}$	$0{,}25\text{ €}$

$EX = 1{,}00 + 0{,}50 + 0{,}25 = 1{,}75\text{ €}$

Gewinn pro Spiel:

$Gewinn = Einsatz - EX = 2{,}00 - 1{,}75 = 0{,}25\text{ €}$

Verdoppelung des Gewinns:

$2 \cdot 0{,}25 = 0{,}50 = 2{,}00 - EX \Longrightarrow \quad EX = 1{,}50$

Mit einer Veränderung des Gewinns von 4 € auf 3 € ergibt sich:

$EX = 3 \cdot \frac{1}{4} + 1{,}50 \cdot \frac{1}{3} + 0{,}60 \cdot \frac{5}{12} = 0{,}75 + 0{,}50 + 0{,}25 = 1{,}50$ €

Der Gewinnplan muss von 4 € auf 3 € verändert werden, damit die Klasse den doppelten Gewinn macht.

Lösung W4a/2013

Lösungslogik

Wahrscheinlichkeit „mindestens eine Sechs":

Wir stellen die Wahrscheinlichkeit einer Sechs für Würfel A und Würfel B auf. Würfel A hat nur eine Sechs, also $P(6_A) = \frac{1}{6}$. Würfel B hat zwei Sechsen, also $P(6_B) = \frac{2}{6}$.

Mindestens eine Sechs bedeutet eine Sechs oder zwei Sechsen. Am Wort „mindestens" erkennen wir, dass der schnellste Lösungsweg über das Gegenereignis führt, denn „mindestens eine Sechs" ist dasselbe wir $1 -$ „keine Sechs". Keine Sechs bei Würfel A ist $P\left(\overline{6_A}\right) = \frac{5}{6}$, bei Würfel B jedoch $P\left(\overline{6_B}\right) = \frac{4}{6}$.

Erwartungswert:

Zunächst müssen wir die Einzelwahrscheinlichkeiten für die Ereignisse „Pasch" bestimmen. Aufgrund des Aufbaus der beiden Würfel sind nur die Ereignisse $\{5; 5\}$ und $\{6; 6\}$ möglich. $P(6_A)$ und $P(6_B)$ sind bereits bekannt, $P(5_A) = P(5_B) = \frac{1}{6}$.

Wir bestimmen nun den Erwartungswert über eine Tabelle.

Ersatz der „Fünf" bei Würfel A durch eine „Sechs":

Durch den Ersatz ist nunmehr ein 5–er Pasch ausgeschlossen, es ist nur noch ein 6–er Pasch möglich, wobei jetzt $P(6_A) = P(6_B) = \frac{2}{6}$ ist. Wir berechnen den Erwartungswert neu und vergleichen diesen mit dem Vorwert.

Klausuraufschrieb

$P(6_A) = \frac{1}{6}$ $\qquad P\left(\overline{6_A}\right) = \frac{5}{6}$

$P(6_B) = \frac{2}{6}$ $\qquad P\left(\overline{6_B}\right) = \frac{4}{6}$

$$\begin{aligned} P(mindestens\ 1\ Sechs) &= 1 - P(keine\ Sechs) \\ &= 1 - \frac{5}{6} \cdot \frac{4}{6} = 1 - \frac{20}{36} = \frac{16}{36} = \frac{4}{9} \approx 44{,}4\ \% \end{aligned}$$

Die Wahrscheinlichkeit, mindestens eine Sechs zu werfen, beträgt $44{,}4$ %.

Erwartungswert:

$P(Pasch) = P\{(5;5),(6;6)\} = P(5;5) + P(6;6)$

$P(5;5) = \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$ $\qquad P(6;6) = \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{6} = \frac{2}{36}$

$P(Pasch) = \frac{1}{36} + \frac{2}{36} = \frac{3}{36} = \frac{1}{12} = P(Gewinn)$

$P(\overline{Gewinn}) = 1 - P(Gewinn) = 1 - \frac{1}{12} = \frac{11}{12}$

Gewinn/Einsatz (X_i)	$8{,}00\ €$	$-1{,}00\ €$
$p(X_i)$	$\frac{1}{12}$	$\frac{11}{12}$
$X_i \cdot p(X_i)$	$\frac{8}{12}\ €$	$-\frac{11}{12}\ €$
EX	$\frac{8}{12}\ € - \frac{11}{12}\ € = -\frac{3}{12}\ € = -0{,}25\ €$	

Der Erwartungswert ist $EX = -0{,}25$.

Ersatz der „Fünf" bei Würfel A

Es ist nur noch das Ereignis $\{6;6\}$ möglich.

$P(6_A) = P(6_B) = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

$P(Gewinn) = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$

$P(\overline{Gewinn}) = 1 - P(Gewinn) = 1 - \frac{1}{9} = \frac{8}{9}$

Gewinn/Einsatz (X_i)	$8{,}00\ €$	$-1{,}00\ €$
$p(X_i)$	$\frac{1}{9}$	$\frac{8}{9}$
$X_i \cdot p(X_i)$	$\frac{8}{9}\ €$	$-\frac{8}{9}\ €$
EX	$\frac{8}{9}\ € - \frac{8}{9}\ € = 0\ €$	

Der Erwartungswert nach Ersatz der „Fünf" bei Würfel A ist 0, d.h., das Spiel ist fair, das Ersetzen wäre für den Veranstalter nicht vorteilhaft.

Lösung W4a/2014

Lösungslogik

Gleichzeitiges Ziehen von zwei Karten entspricht Ziehen von zwei Karten hintereinander ohne Zurücklegen. Die Wahrscheinlichkeit für zwei Karten mit unterschiedlichen Buchstaben ist die Wahrscheinlichkeit der Einzelereignisse $P(A;B)$, $P(B;A)$, $P(B;C)$, $P(C;B)$, $P(A;C)$ und $P(C;A)$. Einfacher ist hier der Weg über das Gegenereignis, nämlich $1 - P(zwei\ gleichen\ Buchstaben)$.

Für die Prüfung der Gewinnpläne erstellen wir eine Tabelle zur Errechnung der Erwartungswerte.

Realschulabschluss Zufall und Wahrscheinlichkeit (Wahlteil) 2008-2014

Klausuraufschrieb

$P(A;A)=\frac{5}{8}\cdot\frac{4}{7}=\frac{20}{56};\quad P(B;B)=\frac{2}{8}\cdot\frac{1}{7}=\frac{2}{56};\ P(C;C)=0$

$P(zwei\ unterschiedliche\ Buchstaben)=1-P(zwei\ gleichen\ Buchstaben)$

$$=1-\frac{22}{56}=\frac{34}{56}\approx 60{,}7\%$$

Erwartungswerte:

$P(zwei\ gleichen\ Buchstaben)=\frac{22}{56}$

$P(Buchstabe\ C\ ist\ gezogen)=P(A;C)+P(C;A)+P(B;C)+P(C;B)$

$P(A;C)=\frac{5}{8}\cdot\frac{1}{7}=\frac{5}{56},\ P(C;A)=\frac{1}{8}\cdot\frac{5}{7}=\frac{5}{56},\ P(B;C)=\frac{2}{8}\cdot\frac{1}{7}=\frac{2}{56},\ P(C;B)=\frac{1}{8}\cdot\frac{2}{7}=\frac{2}{56}$

$P(Buchstabe\ C\ ist\ gezogen)=\frac{14}{56}$

Gewinnplan 1

	$P(gleiche\ Buchstaben)$	$P(Buchstabe\ C)$	Einsatz
Gewinn/Einsatz (X_i)	$-0{,}50$ €	$-2{,}50$ €	$2{,}50$ €
$p(X_i)$	$\frac{22}{56}$	$\frac{14}{56}$	$\frac{20}{56}$
$X_i\cdot p(X_i)$	$-0{,}20$ €	$-0{,}62$ €	$0{,}89$ €
EX	$-0{,}20$ € $-$ $0{,}62$ € $+$ $0{,}89$ € $=$ $0{,}07$ €		

Gewinnplan 2

	$P(gleiche\ Buchstaben)$	$P(Buchstabe\ C)$	Einsatz
Gewinn/Einsatz (X_i)	$-2{,}50$ €	$-0{,}50$ €	$2{,}50$ €
$p(X_i)$	$\frac{22}{56}$	$\frac{14}{56}$	$\frac{20}{56}$
$X_i\cdot p(X_i)$	$-0{,}98$ €	$-0{,}12$ €	$0{,}89$ €
EX	$-0{,}98$ € $-$ $0{,}12$ € $+$ $0{,}89$ € $=$ $-0{,}21$ €		

Der Spielebetreiber sollte sich für Gewinnplan 1 entscheiden, da er hier auf lange Sicht gesehen einen Gewinn pro Spiel erzielt.