Die Oddset-Wette

HEINZ BÖER, GELSENKIRCHEN

Zusammenfassung: Nach einer schrittweisen Einführung in das Verfahren der Oddset-Wette werden Gewinnwahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte berechnet – bis hin zu der ernüchternden Erkenntnis, dass mit zunehmender Spielezahl der zu erwartende prozentuale Gewinn exponentiell abnimmt. Ein Unterrichtsbeitrag zur Aufklärung über den Mythos von Glücksspielen.

1 Einleitung

Die kennen meine SchülerInnen. Einige Schüler spielen sie sogar. Jedenfalls kennen sich viele – zumeist – Schüler gut damit aus.
Ich hatte von einem Kollegen gehört, dass die Quotenkehrwerte sich zu einem „einigermaßen gleichen" Wert addieren. Das müsste etwas mit den Eintrittswahrscheinlichkeiten zu tun haben – klar: je höher die Gewinnquote desto geringer die Eintrittswahrscheinlichkeit. Ein Anruf bei Oddsett in München, vermittelt über die Lottozentrale Münster, bestätigte den Zusammenhang von Quote und Eintrittswahrscheinlichkeit.
In der Klasse 9 wollte ich nach der Bayes-Statistik am Thema AIDS-Diagnose-Test (s. SiS 2/1993) noch den Erwartungswert einführen.
Drei Anlässe, die Oddset-Wette im Unterricht zu behandeln!

2 Zum Unterricht, zu den Materialien

Mit dem ersten Materialblatt und mehreren, von Schülern besorgten, aktuellen Wettblättern konnten die SchülerInnen schnell Punkt A und B bearbeiten. Während der Bearbeitung von Punkt A wanderten die „Experten" von Gruppe zu Gruppe und klärten auf, z. B. über die Bedeutung von 0, 1, 2 für Fußball-Nichts-Wisser.
Mit Punkt C wird der Zusammenhang von Quote und Wahrscheinlichkeit bekannt gemacht.
Die riesigen (möglichen) Gewinne aus Punkt B werden dann relativiert durch die Arbeit an Punkt C. Das Info knüpfte an die bedingten Wahrscheinlichkeiten aus der vorher gelaufenen Unterrichtsreihe an.
Bis dahin wurde das Thema in Partner- und Gruppenarbeit selbstständig bewältigt mit gelegentlichen Tipps und Hinweisen von mir und Ergebniszusammenfassungen schneller Gruppen auf der hinteren Tafel zur Kontrolle für die Nachzügler.

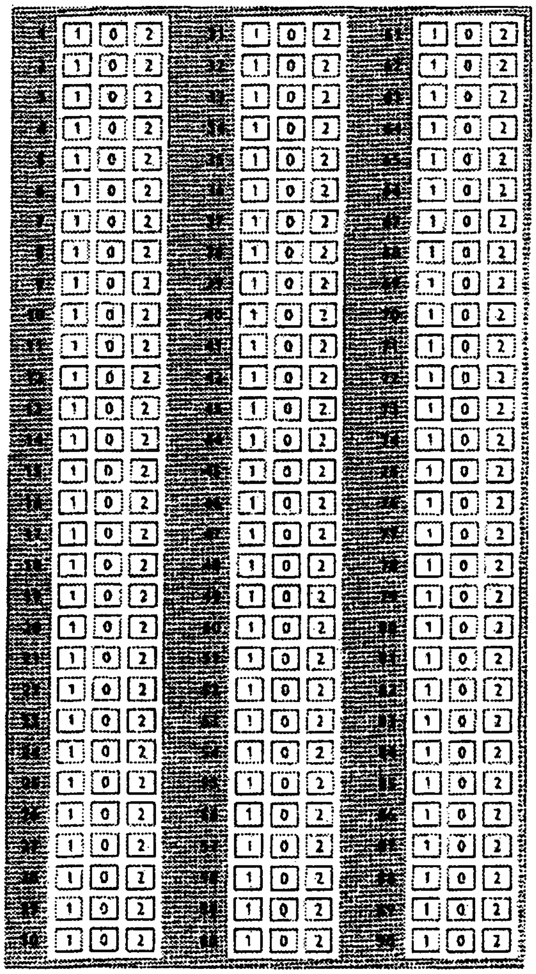
Vor Punkt E habe ich den Erwartungswert eingeführt als erwarteten Mittelwert in vielen Spielen, auch mit Rückbezug auf den Zusammenhang von relativer Häufigkeit in langen Zufallsversuchen und Wahrscheinlichkeiten. An den vielfachen Heftzweckenwurf und die statistische Definition der Wahrscheinlichkeit erinnerten die SchülerInnen sich wieder.
Damit war der Weg frei zur Bearbeitung von Punkt E und F.
Wir haben in unseren Rechnungen und Besprechungen immer wieder die Annahme betont: Die Oddset-Experten legen mit der Quotenvorgabe Eintrittswahrscheinlichkeiten fest. In unseren Rechnungen gehen wir davon aus, dass diese richtig sind: Viele Spielausgänge haben dieselbe Quote und also dieselbe geschätzte Eintrittswahrscheinlichkeit. Im Mittel vieler Spiele pendeln sich die relativen Häufigkeiten dieser Spielausgänge tatsächlich so ein.
Für die Schüler kaum völlig unerwartet, dass Oddset-Spieler auf Dauer immer verlieren, je nach Zahl der getippten Spiele mehr oder weniger. Und es ist gleichgültig, was man tippt – über die hohe Quote wird ein unwahrscheinlicher Tipp im Erwartungswert so groß wie ein „sicherer" Tipp.

Einen Vorteil, so die Schüler, hat derjenige, der mehr weiß bzw. die Wahrscheinlichkeit besser einschätzt als die Oddset-Experten. Das unterstellt, dass das Oddset-p von kundigen Laien langfristig richtiger geschätzt wird, na ja ...
Im übrigen: All die Berechnungen sagen nichts aus über einmaliges Spielerglück („Mein Vater hat von einem Kollegen erzählt, der ...") und den Reiz des Spielens.
Aber nach der Reihe sahen einige zunächst Oddset-Begeisterte die Dinge doch ein wenig nüchterner und realistischer.

KOMBI-Wette

Nr.	Abgabe-schluss		Liga	Spielpaarung		Quoten 1	0	2	Notizen
1.	Di. 19.09.	18.00	REG S	SV Darmstadt 98	W. Burghausen	1,55	2,90	3,85	
2.		18.30	SWE	IKF Göteborg	GAIS Göteborg	1,30	3,40	5,40	
3.		19.30	CHAMP	Dep. La Coruna	Hamburger SV	1,55	2,90	3,85	
4.		19.30	CHAMP	Juventus Turin	Panthinaikos	1,20	4,00	6,00	
5.		19.30	CHAMP	RSC Anderlecht	PSV Eindhoven	2,15	2,75	2,40	
6.		19.30	CHAMP	Dynamo Kiew	Manchester Utd.	3,00	2,80	1,80	
7.		19.30	CHAMP	Bayern München	Rosenborg Trond.	1,25	3,80	5,40	
8..		19.30	CHAMP	Paris St.-Germain	Helsingborgs IF	1,25	3,80	5,40	
9.		19.30	CHAMP	Besiktas Ista.	FCBarcelona	2,70	2,85	1,90	
10.		19.30	CHAMP	Leeds United	AC Mailand	2,50	2,70	2,10	
11.	Mi. 29.09.	12.00	OLYHBM	Jugoslawien	Deutschland	1,90	5,90	1,85	
12.		19.30	CHAMP	Real Madrid	Spartak Moskau	1,30	3,40	5,40	

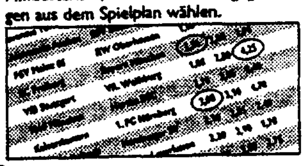
ODDSET
DIE SPORTWETTE



KOMBI-Wette

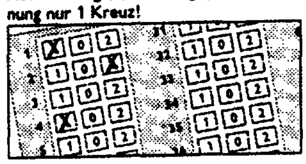
1. Auswählen

- Mindestens 3, höchstens 10 Begegnungen aus dem Spielplan wählen.

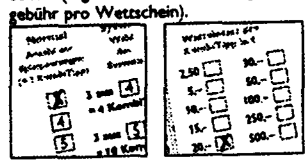


2. Ausfüllen

- Ihre Vorhersage in den Wettschein eintragen: Heimsieg (1), Unentschieden (0), Auswärtssieg (2). Achtung: pro Begegnung nur 1 Kreuz!



- Anzahl der getippten Begegnungen und Spielart (Normal oder System*) im Wettschein ankreuzen.
- Wetteinsatz ankreuzen, mindestens 2,50 EUR, höchstens 500 EUR pro Schein (zzgl. 50 Cent Bearbeitungsgebühr pro Wettschein).



3. Abräumen

- Sie haben gewonnen, wenn alle Ergebnisse richtig getippt wurden.*
- Die Höhe Ihres Gewinns können Sie bereits beim Tippen berechnen. **Beispiel:** Angenommen, Sie tippen bei 20 EUR Einsatz in 3 Spielen mit den Quoten 3,5; 4,25 und 2,0 richtig: Ihr Gewinn beträgt dann 595 EUR! (Einsatz x Quote 1 x Quote 2 x Quote 3 = Gewinn)

Der **Spieleinsatz** für einen Kombi-Tipp beträgt entsprechend den Vorgaben auf dem Wettschein 2,50 €, 5 €, 10 €, 15 €, 20 €, 30 €, 50 €, 100 €, 250 € oder 500 €. Pro Wettschein sind zudem 50 Cent Bearbeitungsgebühr zu zahlen.

Die maximale **Gesamtquote** eines Kombi-Tipps beträgt 1000:1. Der maximal erzielbare und auszuzahlende Gewinnbetrag für jeden Kombi-Tipp beträgt 50 000 €.

A) Zu den möglichen Gewinnen

1. Du tippst von den 12 Spielen auf dem ersten Blatt bei Nr. 3 auf Sieg der Heimmannschaft (1), bei Nr. 7 auf Unentschieden (0), bei Nr. 8 auf Sieg des Gastes (2) und bei Nr. 9 auf Sieg des Gastes (2).
   a) Auf welche Mannschaft tippst du jeweils?
   b) Kreuze den Tipp auf dem Wettschein an.
   c) Du hast 3-mal richtig getippt, einmal falsch. Wie viel gewinnst du?
   d) Du hast 5 € eingesetzt und alle 4 Tipps waren richtig. Wie viel gewinnst du?
2. Dein Tipp Nr. 1 (2), Nr. 2 (0), Nr. 4 (1), Nr. 5 (0), Nr. 6 (2) war richtig bei einem Einsatz von 10 €.
3. Du tippst bei den ersten 10 Spielen auf die Heimmannschaft (1) und hast Glück. Einsatz: 20 €. Wie hoch ist der Gewinn?

B) Zu den höchsten und tiefsten Gewinnen

1. a) Welcher Tipp führt in den Spielen 3, 7, 8 und 9 zum höchsten Gewinn, wenn er stimmt?
   b) Warum ist die Gewinnmöglichkeit so hoch?
   c) Würdest du so tippen?
2. a) Welcher Tipp führt in den ersten 10 Spielen zum höchsten Gewinn, falls er stimmt?
   b) Wäre der Tipp erlaubt?
3. a) Welcher Tipp führt in den 10 Spielen zu dem niedrigsten Gewinn, wenn er stimmt?
   b) Vergleiche mit 2a. Warum ist das Ergebnis hier niedriger?
   c) Würdest du so tippen?

C) Zu den Quoten

INFO

a) Oddset-Mitarbeiter schätzen auf Grund aktueller Informationen über die beteiligten Mannschaften die Wahrscheinlichkeiten p_1, p_2, p_3 für 3 Ausfälle: Sieg Mannschaft 1, Unentschieden, Sieg Mannschaft 2, wobei natürlich

$$p_1 + p_2 + p_3 = 1$$

gilt.

b) Die Kehrwerte der Wahrscheinlichkeiten werden berechnet.

c) Die Ergebnisse werden um 20 % gesenkt und als Quoten veröffentlicht:

$$q_1 = \frac{0,8}{p_1}; \quad q_2 = \frac{0,8}{p_2}; \quad q_3 = \frac{0,8}{p_3}.$$

1. Die Experten schätzen für ein Spiel:
   a) $p_1 = 0,6$; $p_2 = 0,3$; $p_3 = 0,1$
   b) $p_1 = p_2 = p_3 = \frac{1}{3}$.
   Notiere die Quoten.
2. Die veröffentlichten Quoten lauten:
   a) $q_1 = 1,14$; $q_2 = 4,00$; $q_3 = 8,00$
   b) $q_1 = 2,00$; $q_2 = 3,20$; $q_3 = 2,29$.
   Welche Wahrscheinlichkeiten stecken dahinter? Prüfe auch die Summe.
3. Formuliere den Zusammenhang zwischen Quotengröße und (geschätzter) Wahrscheinlichkeit für den Eintritt des Spielergebnisses.
4. a) Addiere für einige Spiele die Quotenkehrwerte. Notiere eine Regel.
   b) Begründe die Regel allgemein.

D) Zu den erwartbaren Gewinnen

INFO	Wahrscheinlichkeiten von unabhängigen Ereignissen können multipliziert werden. Die Ausfälle verschiedener Spiele kann man als unabhängig ansehen.

1. a) Wie groß sind die (von den Oddset-Experten geschätzten) Wahrscheinlichkeiten für die getippten Spielergebnisse 3 (1), 7 (0), 8 (2), 9 (2)?
   b) Nimm an, die Schätzungen der Experten stimmen. Mit welcher Wahrscheinlichkeit gewinnst du?
2. Berechne ebenso die Wahrscheinlichkeiten für die Einzelspiele aus den Quoten und bestimme die Gesamtwahrscheinlichkeit für den Tipp:
   a) 1(2), 2 (0), 4(1), 5(0), 6 (2)
   b) Spiel 1 bis 10 jeweils (1)
   c) 3 (2), 7 (2), 8 (2), 9 (0)
   d) Spiel 1 bis 10 jeweils kleinste Quote.
3. Formuliere zu den Ergebnissen aus 1 und 2 einen Satz zum Zusammenhang von Gesamtquote (die wurden oben alle schon berechnet) und Wahrscheinlichkeit für den Gewinn – für 4 Spiele (1b und 2c) und für 10 Spiele (2b und 2d); allgemein für eine feste Zahl von Spielen.

E) Zum Gewinn-Erwartungswert

INFO	Der Erwartungswert ist das Produkt aus Gewinn und Wahrscheinlichkeit.

1. a) Notiere zu den 3 Tipps in D/1, D/2a, D/2b die Gewinne und die Gewinnwahrscheinlichkeiten.
   b) Berechne die Gewinn-Erwartungswerte für die Beispiele.
   c) Verfahre ebenso mit den Beispielen in D/2c und D/2d. Nimm dazu einen Einsatz an und berechne den Erwartungswert in €.
2. a) Vergleiche den Gewinn-Erwartungswert jeweils mit dem Einsatz.
   b) Wie viel Prozent des Einsatzes ist jeweils als Gewinn zu erwarten?
3. a) Hängen die Prozentsätze von der Höhe des Einsatzes E ab? Prüfe das z. B., indem du für D/2c und D/2d andere Einsätze wählst und neu rechnest. Formuliere das Ergebnis in einem Satz.
   b) Zeige das Ergebnis: $\frac{\text{EW(Gewinn)}}{\text{Einsatz } E} = \text{Gewinnfaktor} \cdot p_{\text{gesamt}}$.

F) Zur Gewinn-Erwartung beim n-fachen Tipp

1. Wie viel Begegnungen müssen minimal und dürfen maximal pro Tipp angekreuzt werden?
2. a) Notiere eine Vermutung über den Zusammenhang von Gewinn-Erwartung (in % des Einsatzes E) und Anzahl der angekreuzten Spiele.
   b) Haben die Quoten Einfluss auf die Gewinn-Erwartung? Was vermutest du?
3. Untersuche den Zusammenhang allgemein.
   a) Wähle z. B. einen 4er-Tipp mit den Quoten q_1, q_2, q_3, q_4 für die gewählten Spielausgänge. Notiere den Gewinn bei einem Einsatz E, falls alle Kreuze richtig sein sollten.
   b) Notiere die 4 Wahrscheinlichkeiten für diese Spielausgänge in Abhängigkeit von den Quoten und überlege p_{gesamt}.
   c) Notiere den Erwartungswert für den Gewinn.
   d) Welchen Anteil hat der Erwartungswert am Einsatz E?
   e) Notiere eine allgemeine Regel für n Spiele ($3 \leq n \leq 10$).
4. Berechne, welcher Prozentsatz vom Einsatz als Gewinn zu erwarten ist für alle 8 Fälle ($3 \leq n \leq 10$). Der Gewinn tritt in den 5 Spielen mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,42 % ein.

Lösungen

A)

1. a) Getippt wurde auf 3) La Coruna, 7) Unentschieden Bayern München/Rosenberg Trondheim, 8) Helsingborg, 9) FC Barcelona.

   c) Du gewinnst nichts, da nur etwas ausgezahlt wird, wenn alle Tipps stimmen.

   d) 5€ · 1,55 · 3,80 · 5,40 · 1,90 = 302,16 €; wobei die Faktoren hinter dem Einsatz die 4 Quoten der Tipps in Spiel 3, 7, 8 und 9 sind.

2. 10€ · 3,85 · 3,40 · 1,20 · 2,75 · 1,80 = 777,55 € beträgt der Gewinn.

3. 20€ · 1,55 · 1,30 · 1,55 · 1,20 · 2,15 · 3,00 · 1,25 · 1,25 · 2,70 · 2,50 = 5099,19 € beträgt der Gewinn.

B)

1. a) Bei 3 (2), 7(2), 8 (2), 9 (0) liegen die Quoten am höchsten. Der Einsatz würde, falls der Tipp stimmt, mit 3,85 · 5,40 · 5,40 · 2,85 ≈ 320 multipliziert.

   b) Für jedes einzelne Spiel ist das in a) angegebene Ergebnis das unwahrscheinlichste. Auch wenn das eine oder andere Spiel trotzdem wie getippt ausgehen kann, ist auf keinen Fall damit zu rechnen, dass das unwahrscheinlichste Ergebnis 4 mal eintritt.

   c) So sollte man nicht tippen, da man sehr wahrscheinlich den Einsatz verliert.

2. a) Spiel 1 (2), 2 (2), 3 (2), 4 (2), 5 (0), 6 (1), 7 (2), 8 (2), 9 (0), 10 (0).
   Bei den angegebenen 10 Tipps liegen die Quoten am höchsten. Falls die 10 Tipps alle stimmen, wird der Einsatz mit folgendem Faktor multipliziert:
   3,85 · 5,40 · 3,85 · 6,00 · 2,75 · 3,00 · 5,40 · 5,40 · 2,85 · 2,70 = 889 030.

   b) Die Gesamtquote darf maximal 1000 betragen. 889 030 sind nicht erlaubt.

3. a) Spiel 1 (1), 2 (1), 3 (1), 4 (1), 5 (1), 6 (2), 7 (1), 8 (1), 9 (2), 10 (2).
   Bei den Tipps liegen die Quoten am niedrigsten. Falls alle 10 Tipps eintreten, wird der Einsatz mit folgendem Faktor multipliziert:
   1,55 · 1,30 · 1,55 · 1,20 · 2,15 · 1,80 · 1,25 · 1,90 · 2,10 = 90.

   b) Der Faktor ist deutlich niedriger als in 2.a, denn hier wurde bei allen Spielen das wahrscheinlichste getippt.

   c) 90-facher Einsatz, das hört sich gut an. Aber nur ein Spiel braucht anders auszufallen als getippt und der Gewinn ist Null, der Einsatz weg.

C)

1. a) $q_1 = \frac{0,8}{0,6} \approx 1,33$; $q_2 = \frac{0,8}{0,3} \approx 2,67$; $q_3 = \frac{0,8}{0,1} \approx 8$.

   b) $q_1 = q_2 = q_3 = \frac{0,8}{\frac{1}{3}} \approx 2,4$.

2. $p_1 = \frac{0,8}{q_1}$; $p_2 = \frac{0,8}{q_2}$; $p_3 = \frac{0,8}{q_3}$.

   a) $p_1 = \frac{0,8}{1,14} \approx 70\ \%$; $p_2 = \frac{0,8}{4,00} \approx 20\ \%$; $p_3 = \frac{0,8}{8,00} \approx 10\ \%$, $p_1 + p_2 + p_3 = 100\ \%$.

   b) $p_1 = \frac{0,8}{2,00} \approx 40\ \%$; $p_2 = \frac{0,8}{3,20} \approx 25\ \%$; $p_3 = \frac{0,8}{2,29} \approx 35\ \%$, $p_1 + p_2 + p_3 = 100\ \%$.

3. Je höher die Quote, desto unwahrscheinlicher das Spielergebnis.

4. a) Zu 1.a: $\frac{1}{1,33} + \frac{1}{2,67} + \frac{1}{8} \approx 1,25$; zu 1.b: $3 \cdot \frac{1}{2,4} = 1,25$.

   Zu 2.a: $\frac{1}{1,14} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \approx 1,25$; zu 2.b: $\frac{1}{2} + \frac{1}{3,2} + \frac{1}{2,29} \approx 1,25$.

   Die Kehrwerte der Quoten ergeben als Summe rund 1,25.

b) $\frac{1}{q_1}+\frac{1}{q_2}+\frac{1}{q_3}=\frac{p_1}{0{,}8}+\frac{p_2}{0{,}8}+\frac{p_3}{0{,}8}=\frac{1}{0{,}8}\cdot(p_1+p_2+p_3)=1{,}25\cdot 1.$

Die Summe der drei Wahrscheinlichkeiten ergibt 1. Auf Grund der Quoten-Absenkung auf 80 % liegt die Summe der Quotenkehrwerte bei 1,25.

D)

1. a) Spiel 3 (1): $p=\frac{0{,}8}{1{,}55}\approx 0{,}516$; Spiel 7 (0): $p=\frac{0{,}8}{3{,}80}\approx 0{,}211$;

   Spiel 8 (2): $p=\frac{0{,}8}{5{,}40}\approx 0{,}148$; Spiel 9 (2): $p=\frac{0{,}8}{1{,}90}\approx 0{,}421$.

   b) $p_{\text{gesamt}}=0{,}516\cdot 0{,}211\cdot 0{,}148\cdot 0{,}421=0{,}0068.$

   Mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,68 % treten die 4 getippten Ergebnisse ein.

2. a) Spiel 1 (2): $p=\frac{0{,}8}{3{,}85}\approx 0{,}208$; Spiel 2 (0): $p=\frac{0{,}8}{3{,}40}\approx 0{,}235$;

   Spiel 4 (1): $p=\frac{0{,}8}{1{,}20}\approx 0{,}667$; Spiel 5 (0): $p=\frac{0{,}8}{2{,}75}\approx 0{,}291$;

   Spiel 6 (2): $p=\frac{0{,}8}{1{,}80}\approx 0{,}444$.

   $p_{\text{gesamt}}=0{,}208\cdot 0{,}253\cdot 0{,}667\cdot 0{,}291\cdot 0{,}444\approx 0{,}0042.$

   Der Gewinn tritt in den 5 Spielen mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,42 % ein.

   b)

Spiel	1 (1)	2 (1)	3 (1)	4 (1)	5 (1)	6 (1)	7 (1)	8 (1)	9 (1)	10 (1)
p	0,516	0,615	0,516	0,667	0,372	0,267	0,640	0,640	0,296	0,320

   $p_{\text{gesamt}}\approx 0{,}00042=\frac{42}{100\,000}.$

   c)

Spiel	3 (2)	7 (2)	8 (2)	9 (0)
p	0,208	0,148	0,148	0,281

   $p_{\text{gesamt}}\approx 0{,}0013=0{,}13\ \%.$

   d)

Spiel	1 (1)	2 (1)	3 (1)	4 (1)	5 (1)	6 (2)	7 (1)	8 (1)	9 (2)	10 (2)
p	0,516	0,615	0,516	0,677	0,372	0,444	0,640	0,640	0,421	0,381

   $p_{\text{gesamt}}\approx 0{,}0012=0{,}12\ \%.$

3.

Aufgabe	1b	2a	2b	2c	2d
p_{gesamt}	0,68 %	0,42 %	$\frac{42}{100\,000}$	0,13 %	0,12 %
Gewinnfaktor	60,43	77,76	254,96	320	90
Aufgabe	A/1d	A/2	A/3	B/1a	B/3a

Je höher der Faktor für den Gewinn, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass er eintritt.

E)

1. a, b)

Aufgabe	Einsatz	Faktor	Gewinn	p_{gesamt}	EW (Gewinn)
D/1	5 €	60,43	302,16 €	0,68 %	2,05 €
D/2	10 €	77,76	777,55 €	0,42 %	3,27 €
D/3	20 €	254,96	5099,19 €	$\frac{42}{100\,000}$	2,14 €

   Beispiel zur Rechnung: EW (Gewinn) = 777,55 · 0,42 % = 3,27 €.

2. a) Bei einem Einsatz von 5 € ist im ersten Tipp mit 2,05 € Gewinn zu rechnen; bei einem Einsatz von 10 € ist im 2. Tipp 2,14 € als Gewinn zu erwarten; bei 20 € Einsatz ist im 3. Tipp 3,26 € Gewinn zu erwarten; ein Minusgeschäft.

   b) $\frac{2{,}05\ €}{5\ €}\approx 41\ \%$; $\frac{3{,}27\ €}{10\ €}\approx 32{,}7\ \%$; $\frac{2{,}14\ €}{20\ €}\approx 10{,}7\ \%$; D/2c: 41,6 %; D/2d: 10,8 %.

3. a) Die Höhe des Einsatzes beeinflusst den Prozentsatz der Gewinnerwartung nicht, denn bei Einsatzänderung wird der Gewinn und die Gewinnerwartung proportional geändert.

   b) $\frac{E\cdot 1{,}55\cdot 3{,}80\cdot 5{,}40\cdot 1{,}90}{E}\cdot p_{\text{gesamt}} = 60{,}43\cdot 0{,}68\ \% = 41{,}1\ \%.$

   $\frac{E\cdot \text{Gewinnfaktor}}{E}\cdot p_{\text{gesamt}} = 77{,}76\cdot 0{,}42\ \% = 32{,}7\ \%.$

   $\text{Gewinnfaktor}\cdot p_{\text{gesamt}} = 254{,}96\cdot \frac{42}{100\,000} = 10{,}7\ \%.$

   $\text{Gewinnfaktor}\cdot p_{\text{gesamt}} = 320\cdot 0{,}13\ \% = 41{,}6\ \%.$

   $\text{Gewinnfaktor}\cdot p_{\text{gesamt}} = 90\cdot 0{,}12\ \% = 10{,}8\ \%.$

F)

1. Es müssen 3 bis 10 Begegnungen getippt werden.

2. a) Oben ergab sich für 4 Spiele 41,1 %, für 5 Spiele 32,7 %, für 10 Spiele 10,7 %, für 4 Spiele 41,6 %, für 10 Spiele 10,8 % vom Einsatz als Gewinn-Erwartungswert. Die (relative) Gewinnerwartung nimmt mit der Anzahl der getippten Spiele ab.

   b) Die Gewinn-Erwartung scheint nur von der Spieleanzahl abzuhängen, nicht von den Quoten. Denn bei 4 Spielen lag der Prozentsatz knapp über 41 %, bei 10 Spielen bei etwa 10,7 % – unabhängig von den Quoten.

3. a) $G = E\cdot p_1\cdot p_2\cdot p_3\cdot p_4.$

   b) $p_1 = \frac{0{,}8}{q_1};\ p_2 = \frac{0{,}8}{q_2};\ p_3 = \frac{0{,}8}{q_3};\ p_4 = \frac{0{,}8}{q_4}.$

   $$p_{\text{gesamt}} = p_1\cdot p_2\cdot p_3\cdot p_4 = \frac{0{,}8^4}{q_1\cdot q_2\cdot q_3\cdot q_4}.$$

   c) $\text{EW (Gewinn)} = G\cdot p_{\text{gesamt}} = E\cdot q_1\cdot q_2\cdot q_3\cdot q_4\cdot \frac{0{,}8^4}{q_1\cdot q_2\cdot q_3\cdot q_4} = E\cdot 0{,}8^4.$

   d) $\frac{\text{EW(Gewinn)}}{E} \approx 0{,}8^4 \approx 41{,}0\ \%$ für 4 getippte Spiele.

   e) $\frac{\text{EW(Gewinn bei } n \text{ Spielen)}}{E} = 0{,}8^n$ mit $3 \leq n \leq 10$.

   Damit hängt der Erwartungswert nicht von den Quoten ab und nimmt mit zunehmender Spielezahl ab – wie oben vermutet.

4.

Spielezahl	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{\text{EW(Gewinn)}}{E}$	51,2 %	41,0 %	32,8 %	26,2 %	21,0 %	16,8 %	13,4 %	10,7 %

Anschrift des Verfassers
Heinz Böer
Bahnhofstr. 72
48301 Appelhülsen
boeer.hamers@t-online.de

Ricarda Huch-Gymnasium
Schultestr. 50
45888 Gelsenkirchen