Di., 21.12.2010 Mathematik M13G2 (Kr)

2. Klausur 13/I **(A)**

Dauer: 3 Schulstunden (Abgabe 10:25 Uhr) Name: www.r-krell.de

Hilfsmittel: normaler Taschenrechner; beigefügte Binomial-Verteilungs-Summentabellen

* *Achte auf sorgfältige Darstellung mit vollständigem, nachvollziehbarem Lösungsweg!* *

1 Kontrolle von Lieferungen

a) Eine Ladenkette kann schnell noch eine große Menge Weihnachtsmänner billig erwerben. Allerdings ist die Qualität nicht sonderlich gut -- etwa ein Sechstel der Weihnachtmänner haben keine ordentlichen roten Zipfelmützen. Damit die Qualität nicht noch weiter sinkt (sondern auch in Zukunft der erlaubte Ausschussanteil $\leq 1/6$ bleibt), werden mit dem Lieferanten Stichprobenkontrollen vereinbart.

a1) Oft, aber nicht immer gibt die Stichprobe zutreffend Auskunft über die Qualität der Gesamtlieferung. Erläutere die Möglichkeiten (und den Grund) für richtige und für falsche Entscheidungen, erkläre die Begriffe Abnehmer- und Lieferantenrisiko und ordne diese beiden Begriffe dem Fehler 1. und 2. Art zu.

a2) Prüfplan A: Hier wird vereinbart, aus einer großen Lieferung zufällig 25 Weihnachtsmänner zu ziehen. Haben 7 oder mehr der gezogenen Weihnachtmänner keine richtigen Zipfelmützen, muss der Lieferant einen Preisnachlass gewähren. Berechne (1) das Risiko 1. Art sowie jeweils das Risiko 2. Art, wenn der Lieferant tatsächlich eine Ausschussquote von (2) 25% bzw. (3) 50% schlechtbemützten Weihnachtsmännern liefert. Erläutere außerdem, wieso es nur einen Wert für das Risiko 1. Art aber mehrere Ergebnisse für das Risiko 2. Art geben kann!

a3) Prüfplan B: Wieder sollen 25 Weihnachtsmänner kontrolliert werden. Bestimme die Entscheidungsregel, wenn das Risiko 1. Art (Irrtumswkt.) max. 5% betragen soll. Bestimme außerdem auch für diesen Prüfplan B das Risiko 2. Art für 25% Ausschuss-Anteil.

a4) Prüfplan C: Jetzt sollen 50 Weihnachtsmänner kontrolliert werden. Bestimme wieder die Entscheidungsregel für 5% Irrtumswkt. und das Risiko 2. Art für 25% Ausschuss.

a5) Prüfplan D: Wie B und C, allerdings mit einem Stichprobenumfang von n=100.

a6) Vergleiche die Ergebnisse der Prüfpläne A und B: Lassen sich bei gleichem Stichprobenumfang n=25 die Risiken 1. und 2. Art beide gleichzeitig vermindern?
Vergleiche außerdem die Ergebnisse der Prüfpläne B, C und D: Was fällt hier für das Risiko 2. Art bei unveränderter Irrtumswkt. auf? Erläutere auch, warum man trotzdem in der Praxis keine sehr großen Stichprobenumfänge nimmt!

b) Pizzabäcker Tonio kauft Rotwein verschiedener Sorten gemischt in großen Mengen. Weil viele Kunden danach fragen, sollen mindestens 30% der Flaschen Montepulciano-Wein enthalten, was sein Lieferant auch verspricht. Erstelle einen Prüfplan/eine Entscheidungsregel für einen Stichprobenumfang von 50 Flaschen und einer Irrtumswkt. von maximal 10%. Erläutere außerdem, wieso es für deine Lösung nötig ist, dass Tonio den Wein „in großen Mengen“ bezieht.

2 Hypothesentests

a) Die ARD vermutet, dass mindestens 40% der Fernsehzuschauer regelmäßig die „tagesschau“ sehen. Eine Untersuchung an 100 Zuschauern soll das bestätigen.

a1) Begründe, warum man dazu versucht, H_o: $p \leq 0{,}4$ abzulehnen!

a2) Ermittle die Entscheidungsregel für den Test von H_o auf 90%-Niveau (= mit max. 10% Irrtumswkt.).

a3) Die ARD hat zwei verschiedene Meinungsforschungsinstitute jeweils 100 Fernsehzuschauer befragen lassen. Laut Institut A gucken 45, laut Institut B gucken 48 der Befragten die „tagesschau“. Welche Schlüsse lassen sich jeweils aus den Ergebnissen ziehen? Welches Ergebnis hat größeres Gewicht? Erkläre!

b) Tonio fürchtet, dass Pizzakunden immer weniger an Vitaminen interessiert sind. Deshalb versucht er die Hypothese H_o: $p \geq 0{,}20$ („Mindestens 20% der Pizzakunden bestellen zur Pizza einen Salat“) zu widerlegen. Bestellen von 100 Kunden nur 0 bis 16 Personen einen Salat, wird H_o abgelehnt. Sonst – bei 17 bis 100 Salatwünschen – wird H_o zunächst weiterhin geglaubt.

b1) Bestimme die Wahrscheinlichkeit α für den Fehler 1. Art.

b2) Ermittle das Risiko (die Wkt.), dass nach der genannten 0..16/17..100-Entscheidungsregel an H_o festgehalten wird, obwohl in Wirklichkeit nur (1) jeder sechste (2) jeder zwanzigste Pizzakunde Salat bestellt.

b3) Erläutere kurz, wieso es beim Hypothesentest überhaupt zu Fehlern kommen kann.

b4) Verändere die Entscheidungsregel so, dass die Irrtumswkt. nur 5% beträgt und ermittle anschließend nochmal das Risiko 2. Art für die neue Regel bei wahrem $p = {}^1/_6$.

c) Jahrelang wurden 70% aller Süßspeisen von männlichen Gästen gegessen. Kellner Bruno glaubt, dass neuerdings auch wieder mehr Frauen zum süßen Nachtisch greifen und möchte die Hypothese, dass sich die Essgewohnheiten verändert haben, testen. Formuliere begründet die Entscheidungsregel für einen Hypothesentest an $n = 20$ Nachtischbestellungen bei einer Irrtumswkt. von max. 10 %. Wie wird entschieden, wenn die nächsten 20 Süßspeisen von 11 Frauen und 9 Männern verspeist werden? Erkläre!

d) Eine Untersuchung soll eventuelle geschlechtsspezifische Unterschiede in den Schul-Leistungen aufdecken. Durch Los werden 50 Paare aus je einem Schüler und einer Schülerin bestimmt. Beide sollen (getrennt) die gleichen Aufgaben bearbeiten. Für jedes Paar wird notiert, ob die Leistung des Jungen oder die des Mädchens besser ist.

d1) Es soll herausgefunden werden, ob Mädchen oder Jungen besser in Erdkunde sind.
(1) Stelle (begründet) die Hypothese H_o auf.
(2) Stelle die Entscheidungsregel auf für den Test von H_o auf dem 95%-Niveau ($\alpha \leq 5\%$).
(3) Bei 32 der 50 Paare erzielten die Mädchen bessere Erdkunde-Ergebnisse. Reicht das zum Beweis eines Unterschieds?

d2) In sprachlichen Fächern sind Mädchen normalerweise besser als Jungen – wird jedenfalls allgemein geglaubt. Der Versuch soll (mit Englisch-Fragen) dafür endlich den Beweis erbringen.
(1) Stelle wieder die Null-Hypothese $H_{o\,d2}$ auf und begründe, insbes. auch im Vergleich zur Erdkunde-Untersuchung in d1)!
(2) Stelle die Entscheidungsregel auf für den Test von $H_{o\,d2}$ auf dem 95%-Niveau ($\alpha \leq 5\%$).
(3) Bei 32 der 50 Paare erzielten die Mädchen bessere Englisch-Ergebnisse. Ist damit die Volksmeinung bewiesen?

e) Bei einem zweiseitigen Test der Hypothese H_o: „p=20% der Schülerinnen und Schülern machen regelmäßig Hausaufgaben und bereiten sich gewissenhaft auf die Klausuren vor“ sei die Entscheidungsregel: Haben 14 bis 26 von 100 zufällig ausgewählten Schülern Hausaufgaben gemacht und diese vor der Klausur nochmal angesehen und geübt, so ist dies mit H_o verträglich. Sonst wird H_o abgelehnt.

e1) Berechne die Wkt. α für den Fehler 1. Art

e2) Berechne die Wkt., dass mit der angegeben Regel an H_o festgehalten wird, obwohl in Wirklichkeit (1) 10 % bzw. (2) 75 % aller Schülerinnen und Schüler geübt haben.

e3) Ändere die Entscheidungsregel so, dass H_o auf 95%-Niveau getestet wird (d.h. mit Irrtumswkt. $\leq 5\%$) ! Erläutere zusätzlich ohne Rechnung, ob mit der neuen Regel bei tatsächlichen Werten wie in e2) länger, gleich wahrscheinlich oder seltener an H_o festgehalten wird als mit der 14-bis-26-Regel!

Di., 21.12.2010
2. Klausur 13/I – M13G2
Lsg (A)

① Lieferungen

a) Weihnachtsmänner; erlaubter Ausschuss $p \le \frac{1}{6}$

a1) Die Stichprobe kann repräsentativ für die Gesamtlieferung sein (d.h. bei einer guten Lieferung gut ausfallen oder bei einer schlechten Lieferung schlecht ausfallen), muss es aber nicht: Durch reinen Zufall kann bei untypischer Wahl der Stichprobenelemente fälschlich auch eine gute Lieferung eine schlechte Stichprobe aufweisen (Fehler 1. Art, Lieferantenrisiko – weil man dem guten Lieferanten die Qualität der Lieferung nicht glaubt) oder eine schlechte Lieferung könnte auch zu einer guten Stichprobe führen (Fehler 2. Art, Abnehmerrisiko – weil der Empfänger nicht merkt, dass ihm schlechte Qualität ~~verkauft~~ geliefert wurde).

a2) Plan A: Ablehnung bei 7..25 schlechten Mützen ($n=25$, $p=\frac{1}{6}$)

(1) $\underset{\text{Ablehnung}}{P(X \ge 7)} = 1 - P(X \le 6) \underset{\substack{n=25\\p=1/6}}{=} 1 - 0{,}8908 = 0{,}1092$

Der Fehler 1. Art hat eine Wkt von $10{,}92\% \approx 11\%$

(2) Annahme bei $X \le 6$:
$P(X \le 6) \underset{p=0{,}25}{=} 0{,}5611$ ← Risiko 2. Art beträgt 56,1%

(3) $P(X \le 6) \underset{p=0{,}50}{=} 0{,}0073$
↑ ist die Lieferung so schlecht, dass die Hälfte der Weihnachtsmänner schlechte Mützen haben, so ist das Risiko 2. Art nur 0,73%!

Es gibt nur ein Risiko 1. Art (= Irrtumswkt.), weil der zugehörige erlaubte Anteil vom Ausschuss mit 1/6 festliegt.

Beim Risiko 2. Art ist hingegen die Lieferung schlechter als vereinbart – und es bleibt

Forts. (1)a)

offen bzw. gibt viele Möglichkeiten, eine schlechtere Lieferung zu senden: etwas schlechter, schlechter, viel schlechter, usw.: hier sind alle Anteile $> \frac{1}{6}$ möglich. Für jeden Anteil gibts eine eigene Wkt. für den Fehler 2. Art.
Grundsätzlich gilt: das Risiko 2. Art ist hoch, wenn die Qualität nur geringfügig schlechter ist, als vereinbart. Bei deutlich schlechterer Qualität sinkt zum Glück das Risiko 2. Art!

a3) Plan B. Irrtumswkt. (für [falsche] Ablehnung) $\alpha \le 5\%$, Ablehnung bei vielen schlechten Weihnachtsmännern ($X>k$):

$P(X>k) = 1 - \underbrace{P(X \le k)}_{\ge 0{,}95} \le \alpha = 0{,}05$

Lt. Tabelle ($n=25$, $p=\frac{1}{6}$) ist $k=7$
(weil $P(X \le 7) = 0{,}9553 \ge 0{,}95$)
d.h. jetzt wird die Lieferung bei 8..25 schlecht-bemützten Weihnachtsmännern abgelehnt.

Bei dieser Regel ist das Risiko 2. Art bei $p=0{,}25$
$P(X \le 7) \underset{p=0{,}25}{=} 0{,}7265 = 72{,}7\%$ größer als in a2)(2), während das Risiko 1. Art abgenommen hat.

a4) Plan C: $n=50$
$P(X>k) = 1 - \underbrace{P(X \le k)}_{\ge 0{,}95} \le \alpha = 0{,}05$
Lt. Tabelle ($n=50$, $p=\frac{1}{6}$) ist $k=13$
(weil $P(X \le 13) = 0{,}9693 \ge 0{,}95$ ist).
Die Lieferung wird abgelehnt, wenn von 50 untersuchten Weihnachtsmännern mehr schlechte Mützen haben als 13, also 14 bis 50.
Für diese Regel ist das Risiko 2. Art bei $p=0{,}25$: $P(X \le 13) = 0{,}6370 = 63{,}7\%$

a5) Plan D: $n=100$: Lt Tabelle ist $k=23$ (weil $P(X \le 23) = 0{,}9621$)
Bei 24 bis 100 schlecht-bemützten Weihnachtsmännern wird die Lieferung abgelehnt.

Das Risiko 2. Art für $p=0{,}25$ ist dann $P(X \le 23) = 0{,}3711 = 37{,}11\%$.

Forts. ① a)

a6) 1. Wie schon bei a3) vermerkt, steigt das Risiko 2. Art, wenn das Risiko 1. Art vermindert wird – und umgekehrt. Bei festem n lassen sich nicht beide Risiken gleichzeitig verringern!

2. Während bei B, C und D das Risiko 1. Art jeweils (knapp) 5% beträgt, sinkt das Risiko 2. Art mit zunehmendem Stichprobenumfang.
Will man beide Risiken klein machen, muss n wachsen (im Extremfall wird die gesamte Lieferung untersucht: dann ist gar kein Fehler mehr möglich).

Untersuchungen erfordern Zeit und beeinträchtigen u.U. die Verkaufbarkeit der Ware. Deswegen will man nicht alle Artikel untersuchen und beschränkt sich trotz der Risiken auf die (billiger und schneller durchzuführenden) Stichproben.

b) Vereinbart: $p \geq 0{,}3$ Montepulciano-Anteil.[x)]
Abgelehnt wird bei wenig Monte..., d.h. bei $X \leq k$. Also gilt
$P(X \leq k) \leq 0{,}1$ = Irrtumswkt. bei $n=50$, $p=0{,}3$
$\Rightarrow k=10$ (denn $P(X\leq 10) = 0{,}0789 \leq 0{,}1$, während $P(X \leq 11) = 0{,}1390$ zu groß ist)

Die Weinlieferung wird abgelehnt, wenn von 50 zufällig untersuchten Flaschen nur 0 bis 10 Montepulciano enthalten.

Hier wird – wie in allen Aufgaben – mit der Binomial-Vtlg. gearbeitet. Die setzt voraus, dass es nur 2 Möglichkeiten gibt (hier erfüllt: Montepulciano oder nicht), und dass sich die Wkt. nicht spürbar ändert, d.h. die erste und die 50 Flasche muss die gleiche Wkt. haben, Montepulciano zu sein. Dies geht nur, wenn viele Hundert oder besser Tausende Flaschen bestellt werden, sodass die Entnahme von 50 Flaschen „nicht auffällt".

x) p ist der Anteil der Montepulciano-Flaschen an der gesamten Weinlieferung!

② Hypothesentest

a) Tagesschau

a1) Eine positive Stichprobe hat (genau wie positive Beispiele) nur geringe Beweiskraft, während ein Gegenbeispiel bzw. eine schlechte Stichprobe mit hoher Beweiskraft zur Ablehnung führt.

Deshalb versucht man die eigentliche Hypothese $H_1: p > 0{,}4$ dadurch möglichst sicher zu bestätigen, dass man die Gegenhypothese $H_0: p \leq 0{,}4$ mit hoher Beweiskraft ablehnt / ausschließt!

a2) $H_0: p \leq 0{,}4$ wird abgelehnt, wenn man viele Tagesschau-Zuschauer findet $(X>k)$

$$P(X>k) = 1 - \underbrace{P(X \leq k)}_{\geq 0{,}90} \leq \alpha = 0{,}10$$

Lt. Tabelle $(n=100, p=0{,}4)$ ist $k=46$ (weil $P(X\leq 46) = 0{,}9070$ ist, während $P(X\leq 45)$ mit $0{,}8689$ noch zu klein ist).

H_0 wird abgelehnt, wenn 47 bis 100 der Befragten regelmäßig die Tagesschau sehen.

a3) A: 45 liegt nicht im Ablehnungsbereich 47..100. Dieses Ergebnis ist mit H_0 verträglich, beweist H_0 aber nicht (vgl. a1)).

B: 48 liegt im Ablehnungsbereich ($47 \leq 48 \leq$ 1..), d.h. H_0 kann abgelehnt werden.

Da die Ablehnung wie in a1) ausgeführt höhere Überzeugungskraft hat als die Verträglichkeit, kann H_0 insgesamt abgelehnt und so die ursprüngliche These, dass mehr als 40% Tagesschau sehen, als bewiesen gelten (mit mind. 90%-iger Sicherheit).

Forts. ②

b) Salat/Vitamine mit gegebener Nullhypothese $H_0: p \geq 0{,}2$

b1) Fehler 1. Art bei (irrtüml.) Ablehnung, d.h. bei 0..16 Salatessern:

$$P(X \leq 16) \underset{\substack{n=100\\p=0{,}20}}{=} 0{,}1923 = 19{,}23\,\% = \alpha$$

Das Risiko 1. Art beträgt rund 19%.

b2) Festhalten an $H_0: p \geq 0{,}2$ bei 17..100 Salatessern:

$$P(X > 16) = 1 - P(X \leq 16) \begin{cases} \underset{\substack{n=100\\p=1/6}}{=} 1 - 0{,}4942 = 50{,}58\% \\ \underset{\substack{n=100\\p=\frac{1}{20}=0{,}05}}{=} 1 - \underbrace{1}_{\geq 0{,}99995} \approx 0 \end{cases}$$

Das Risiko 2. Art beträgt fast 50,6% bzw. praktisch 0%

b3) Wie bei der Lieferkontrolle in ①a1) werden Hypothesen durch Stichproben (und nicht durch vollständige Kontrolle) überprüft. Und da die Stichprobe zufällig ausgewählt, kann sie der Gesamtheit entsprechen, aber zufällig auch besser oder schlechter ausfallen und so zu Fehlentscheidungen führen.

b4) $P(X \leq k) \leq 0{,}05$ für $k = 13$
(weil $P(X \leq 13) \underset{\substack{n=100\\p=0{,}2}}{=} 0{,}0469 \leq 0{,}05$, aber $P(X \leq 14) > \alpha$)

H_0 wird nur bei 0..13 Salatessern abgelehnt!

Risiko 2. Art bei Annahme/Verträglichkeit:

$$P(X > 13) = 1 - P(X \leq 13) \underset{\substack{n=100\\p=1/6}}{=} 1 - 0{,}2000 = 0{,}8$$
$= 80\%$ ← Wkt. für den Fehler 2. Art

c) Süßspeisen

Frauenanteil bisher 30%. Bei vermuteter Erhöhung ist $H_1: p > 0{,}30$ Brunos These. Positiver Beweis nicht möglich/überzeugend, daher indirekter Beweis durch den Versuch, das Gegenteil $H_0: p \leq 0{,}3$ abzulehnen.

Ablehnung bei viel Nachtisch-essenden Frauen:

$$P(X > k) = 1 - \underbrace{P(X \leq k)}_{\geq 0{,}90} \leq 0{,}1 = 10\% = \alpha \underset{n=20,\,p=0{,}3}{\Rightarrow} k = 9 \quad (P(X \leq 9) = 0{,}9520)$$

H_0 wird abgelehnt, wenn die nächsten 20 Süßspeisen von 10..20 Frauen gegessen werden.
... liegt im Ablehnbereich und beweist so Brunos

Forts. ②

d) Geschlechtsunterschiede

d1) Erdkunde

(1) Man weiß nicht, wer besser ist. Daher geht man davon aus, dass die Chancen 50:50 sind und testet $p = 0{,}50$ zweiseitig
$H_0: p = 0{,}50$, wobei p der Anteil der Paare ist, wo das Mädchen besser abschneidet

(2) Gesucht k_1 und k_2 mit

→ $P(X \leq k_1) \leq \frac{\alpha}{2} = 0{,}025$
$k_1 = 17$ ($n=50$, $p=0{,}5$ weil $P(X \leq 17) = 0{,}0164 \leq 0{,}025$ aber $P(X \leq 18) = 0{,}0325$ zu groß)

und

→ $P(X > k_2) = 1 - \underbrace{P(X \leq k_2)}_{\geq 0{,}975} \leq \frac{\alpha}{2} = 0{,}025$

$\Rightarrow k_2 = 32$ $n=50$ $p=0{,}5$ weil $P(X \leq 32) = 0{,}9836 \geq 0{,}975$ aber $P(X \leq 31) = 0{,}9675 \ngeq 0{,}975$

$H_0: p = 0{,}5$ wird abgelehnt bei extremen Ergebnissen, wenn also entweder sehr wenig ($X \leq k_1$) oder sehr viele ($X > k_2$) Mädchen besser sind als die Jungs im Paar.

H_0 wird abgelehnt, wenn bei 50 Paaren entweder bei 0..17 oder bei 33..50 Paaren die Mädchen besser sind.

(3) 32 liegt nicht im Ablehnungsbereich, sondern ist mit H_0 verträglich. Geschlechtsunterschiede sind in Erdkunde nicht signifikant.

d2) Englisch (wieder ist p der Anteil der Paare, wo das Mädchen besser ist).

(1) Weil man Mädchen für besser hält ($H_2: p > 0{,}5$) wird einseitig getestet und versucht, die Gegenhypothese $H_{02}: p \leq 0{,}5$ zu widerlegen.

(2) Ablehnung bei vielen guten Mädchen:

$$P(X > k) = 1 - \underbrace{P(X \leq k)}_{\geq 0{,}95} < \alpha = 0{,}05$$

$\underset{n=50,\,p=0{,}5}{\Longrightarrow} k = 31$ weil $P(X \leq 31) = 0{,}9675 \geq 0{,}95$ aber $P(X \leq 30)$ zu klein.

D.h. bei 32 bis 50 guten Mädchen bzw. besseren Mädchen-Ergebnissen wird H_{02} abgelehnt.

(3) 32 liegt im Ablehnungsbereich von H_0 – womit (mit 95%-iger Sicherheit) bewiesen wäre, dass sie in Englisch besser sind als Jungen. Die Volksmeinung wird bestätigt.

Beachte: Weil man anfangs eine andere Vermutung hatte, führt das gleiche Stichprobenergebnis (32) in d2) zum Beweis, in d1) nicht!

Forts. 2

e) Vorbereitung

e1) Der Fehler 1. Art wird bei (irrtüml.) Ablehnung der gegebenen, zweiseitigen Hypothese $H_0: p = 0{,}2$ begangen, also bei 0..13 oder 27..100 gut vorbereitete Schüler(-innen).

$P(X \le 13) \underset{\substack{n=100\\p=0{,}2}}{=} 0{,}0468$

$P(X > 26) = 1 - P(X \le 26) \underset{\substack{n=100\\p=0{,}2}}{=} 1 - 0{,}9442 = 0{,}0558$

Die Irrtumswkt. ist also insgesamt
$0{,}0468 + 0{,}0558 = 0{,}1027 = 10{,}3\,\% = \alpha$

e2) „Festhalten" an H_0 bei 14..26 gut Vorbereiteten:

$P(14 \le X \le 26) = P(X \le 26) - P(X \le 13)$

$\begin{cases} \underset{(1)\,p=0{,}1}{\overset{n=100}{=}} \quad 1 - 0{,}8761 = 12{,}39\,\% \\ \underset{(2)\,p=0{,}75}{=} \quad (1-1) - (1-1) = 0\,\% \end{cases}$

bei $\underset{\uparrow}{1}$ steht nichts mehr in der Tabelle, d.h. $\ge 0{,}99995 \approx 1$

$\underset{\uparrow}{1}$ – wegen Ablesung im grünen (von unten und rechts, da $p > 0{,}5$).

Bei der starken Abweichung (2) ist das Risiko 2. Art praktisch 0; wenn nur 10% üben ist das Risiko 2. Art etwa 12%.

75% statt 20%

10% statt 20%

e3) (2) Verringern der Irrtumswkt. verkleinert den Ablehnungsbereich (je weniger abgelehnt wird, desto geringer ist auch das Risiko einer irrtümlichen Ablehnung) und vergrößert den Verträglichkeitsbereich und damit das Risiko 2. Art, so dass länger an H_0 festgehalten wird.

(1) $P(X \le k_1) \le \frac{\alpha}{2} = 0{,}025$

$\xrightarrow[n=100,\,p=0{,}2]{} k_1 = 11$ $\quad P(X \le 11) = 0{,}0126 < 0{,}025$ aber $P(X \le 12) = 0{,}0253$ zu groß

$P(X > k_2) = 1 - \underbrace{P(X \le k_2)}_{\ge 0{,}975} \le \frac{\alpha}{2} = 0{,}025$

$\xrightarrow[n=100,\,p=0{,}2]{} k_2 = 28$ $\quad P(X \le 28) = 0{,}9800 \ge 0{,}9750$ aber $P(X \le 27) = 0{,}9658$ zu klein.

Für 5% Irrtumswkt. darf H_0 nur für 0..11 bzw. 29..100 gut Vorbereitete abgelehnt werden.