Wiederholungsaufgaben
Stochastik, WiSe 2025/2026

Prof. Dr. Florian Heinrichs, Yvonne Albrecht, Johannes Dreßen FH Aachen, FB 09; IT Center, RWTH Aachen

Hinweise:

(1) Wir übernehmen keine Gewähr dafür, dass die Lösungen fehlerfrei sind. Im Zweifel können Sie uns gerne kontaktieren.

(2) Die Auswahl der Aufgaben ist relativ willkürlich und erhebt keinen Anspruch auf vollständige Abdeckung aller Themengebiete.

(3) Ebenso spiegelt die Auswahl der Aufgaben nicht den Schwierigkeitsgrad oder die Themengewichtung der Klausur wieder.

Inhaltsverzeichnis

1 Wahrscheinlichkeitsrechnung

1.1 Grundbegriffe

Aufgabe 1 Geben Sie für die folgenden Vorgänge die Ergebnismenge und deren Mächtigkeit an:

(a) Eine Münze mit unterscheidbaren Seiten und ein Würfel werden gleichzeitig geworfen; beobachtet wird, welche Seite der Münze oben liegt und welche Augenzahl der Würfel zeigt.

(b) Zwei nicht unterscheidbare Würfel werden gleichzeitig geworfen; beobachtet werden die Augenzahlen der beiden Würfel.

(c) Lebensdauer eines technischen Gerätes

1.2 Kombinatorik

Aufgabe 2 Bei einer Pressekonferenz sollen auf 20 Plätze 10 Broschüren verteilt werden. Wie viele Möglichkeiten gibt es dafür, wenn

(a) es die gleichen Broschüren sind

  (1) und auf jedem Platz höchstens eine liegen soll?
  (2) und auf jedem Platz beliebig viele Broschüren liegen dürfen?

(b) die Broschüren unterschiedlich sind

  (1) und auf jedem Platz höchstens eine liegen soll?
  (2) und auf jedem Platz beliebig viele Broschüren liegen dürfen?

Aufgabe 3 Zwei 10 Cent-, drei 50 Cent- und fünf 1 Euro Münzen sollen in zufälliger Reihenfolge angeordnet werden, wobei Münzen gleichen Wertes als nicht unterscheidbar angesehen werden. Wie viele Möglichkeiten der Anordnung gibt es?

1.3 Wahrscheinlichkeit

Aufgabe 4 In einer Lieferung von 10 hochwertigen Geräten befinden sich 2 defekte Geräte. Als Eingangskontrolle wurde vereinbart, dass der Abnehmer 5 Geräte zufällig entnimmt und auf Funktionstüchtigkeit überprüft. Befindet sich in dieser Stichprobe höchstens eine fehlerhafte Einheit, wird die Lieferung angenommen, andernfalls an den Lieferanten zur Sortierprüfung zurückgeschickt. Die geprüften Einheiten werden, wie in der Praxis üblich, nach der Prüfung nicht in das Lieferlos zurückgelegt. Wie wahrscheinlich ist es, dass diese Lieferung vom Abnehmer akzeptiert wird?

Tipp: Berechnen Sie zunächst die Mächtigkeit der Ergebnismenge (Zahl möglicher Stichproben).

Aufgabe 5 Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass eine beliebig ausgewählte ganze Zahl N

(a) bei Quadrierung,

(b) bei Erhebung in die vierte Potenz,

(c) bei Multiplikation mit einer beliebigen Zahl

eine Zahl ergibt, die mit einer 1 endet. Geben Sie jeweils einen geeigneten Ergebnisraum an.

1.4 (Stochastische) Unabhängigkeit

,

Aufgabe 6 Gegeben seien die Ereignisse A und B in einem Wahrscheinlichkeitsraum $(\Omega,\mathcal{F},\mathbb{P})$. Es gilt $\mathbb{P}(A) = 0{,}4$, $\mathbb{P}(B) = 0{,}5$ und $\mathbb{P}(A \cap B) = 0{,}2$.

(a) Prüfen Sie, ob die Ereignisse A und B stochastisch unabhängig sind.

(b) Falls A und B nicht unabhängig sind, berechnen Sie die bedingte Wahrscheinlichkeit $\mathbb{P}(A \mid B)$.

1.5 Bedingte Wahrscheinlichkeit

Aufgabe 7 An einem Berufskolleg werden alle, insgesamt 674 Schülerinnen und Schüler, befragt, ob sie rauchen oder nicht rauchen. Das Ergebnis der Befragung sieht wie folgt aus:

82 der insgesamt 293 Schüler (männlich) gaben an zu rauchen.
250 Schülerinnen (weiblich) gaben an, nicht zu rauchen.

Es kann angenommen werden, dass es sich dabei ausschließlich um weibliche oder männliche Schüler handelt.

Sei nun $M = \{\text{Die Person ist männlich}\}$ und $R = \{\text{Die Person ist Raucher}\}$.

(a) Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist eine zufällig ausgewählte Person weiblich und Nichtraucherin?

(b) Der Schulleiter sieht eine Schülerin im Aufenthaltsraum. Mit welcher Wahrscheinlichkeit ist diese Schülerin Nichtraucherin?

(c) Untersuchen Sie, ob das Ereignis „männlich“ und das Ereignis „Raucher“ voneinander abhängige Ereignisse sind.

1.5.1 Mehrstufige Zufallsexperimente - Satz von Bayes

Aufgabe 8 Aufgrund des mangelnden Praxisbezugs des Informatik Studiums, wurden Projektarbeiten eingeführt, welche in Teams zu je vier Studenten bearbeitet werden sollen.Die Teams sind für die Arbeitsaufteilung innerhalb der Gruppe selbst verantwortlich. Bei dem hier betrachteten Team 2 „jeder macht das was er am besten kann“ ergab sich folgende Tabelle:

Mitglied	Codeanteil (in %)	Fehler (in %)
1	20	1,25
2	20	2,5
3	20	5
4	40	1,875

Den fertigen Code ist nicht mehr anzusehen, von welchem Teammitglied er programmiert worden ist. Aus der Masse an Code wird rein zufällig eine Zeile herausgegriffen und auf Fehler überprüft. Folgende Ereignisse werden formuliert:

$$\begin{aligned} A_i &= \{\text{Der Code wurde von Teammitglied } i \text{ programmiert}\} \qquad i = 1{,}2{,}3{,}4 \\ B &= \{\text{Der Code ist fehlerhaft}\} \end{aligned}$$

(a) Formulieren Sie die Fehlerwahrscheinlichkeiten als bedingte Wahrscheinlichkeiten und zeichnen Sie den Wahrscheinlichkeitsbaum.

(b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass die zufällig herausgegriffene Codezeile fehlerhaft ist.

(c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein fehlerhafter Code von Teammitglied i ($i = 1,2,3,4$) programmiert worden ist?

Aufgabe 9 Bei einer olympischen Disziplin werden nach den olympischen Spielen Dopingtests zu der Substanz TDM gemacht. Die Prüfmethode zum Nachweis von TDM weist zu 99% der tatsächlich positiven Fälle die Nutzung nach. In 5% der Fälle liefert sie jedoch ein falsches positives Ergebnis, d.h. der Test ist positiv, obwohl der Sportler kein TDM genommen hat. Weiterhin weiß man, dass 20% der Sportler TDM nehmen.

(a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Dopingprobe positiv ist?

(b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Sportler TDM genommen hat, obwohl seine Dopingprobe negativ war?

(c) Es werden 10 Sportler zum Test gebeten. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens ein Sportler positiv getestet wird, obwohl kein Einziger von ihnen TDM genommen hat? Nehmen Sie hierbei an, dass die Wahrscheinlichkeit zwischen den einzelnen Sportlern unabhängig sind.

1.6 Zufallsvariablen inkl. grafische Darstellung & Momente (Erwart., Var., Quantile)

Aufgabe 10 Die Wahrscheinlichkeit, dass die diskrete Zufallsvariable N den Wert k annimmt, sei gegeben durch

$$\mathbb{P}(N = k) = \log_{10}\left(\frac{k+1}{k}\right) \quad \text{für } k = 1, \cdots, m \in \mathbb{N}$$

Welchen Wert muss m haben?

Aufgabe 11 Ein gezinkter Würfel in der Form eines Oktaeder (Achtflächner) wird geworfen. Der Würfel ist so gezinkt, dass die Zahl 5 mit einer Wahrscheinlichkeit von 37,5% fällt. Die restlichen 7 Zahlen haben alle die gleiche Wahrscheinlichkeit. Die Zufallsvariable X beschreibe nun die gewürfelte Augenzahl.

(a) Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeitsfunktion der Zufallsvariable X.

(b) Wie lautet die zugehörige Verteilungsfunktion?

(c) Stellen Sie die Wahrscheinlichkeits- sowie Verteilungsfunktion grafisch dar.

(d) Berechnen Sie folgende Kennwerte der Zufallsvariable X:

(1) den Erwartungswert (2) sowie die Varianz

(e) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass die Zufallsvariable X einen Wert größer 4 annimmt.

Aufgabe 12 Unter 40 Packungen, die laut Aufschrift je 10 Ziernägel enthalten sollen, befinden sich 4 unvollständige Packungen (sie enthalten weniger Ziernägel als angegeben). Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass man

(a) beim Kauf von einer Packung keine vollständige Packung erhält?

(b) beim Kauf von 10 Packungen jedoch genau zwei unvollständige Packungen erhält?

Aufgabe 13 Bei einem Spiel hat ein Spieler die Gewinnchance

$$\mathbb{P}(\text{ „Spieler gewinnt bei einmaliger Teilnahme am Spiel“ }) = 0{,}7,$$

Ein Spieler nimmt an 5 (unabhängigen) Spielen teil. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass er in weniger als die Hälfte dieser Spiele gewinnt?

Aufgabe 14 Sie sind ein sehr aufmerksamer Leser. Durchschnittlich finden Sie zwei Rechtschreibfehler pro Stunde, die Sie mit Lesen verbringen. Bezeichne X die Anzahl der gefundenen Rechtschreibfehler pro Stunde, die mit Lesen verbracht wird. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass Sie

(a) mindestens einen Rechtschreibfehler in einer Stunde entdecken?

(b) mindestens zwei und weniger als fünf Rechtschreibfehler in einer Stunde entdecken?

Aufgabe 15 Sei X eine zwischen 0 und 5 und Y eine zwischen 0 und 0,25 gleichverteilte Zufallsvariable.

(a) Bestimmen Sie jeweils

  (1) die Dichtefunktionen $f(x)$ und $f(y)$ sowie

  (2) die Verteilungsfunktionen $F(x)$ und $F(y)$.

(b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten

  (1) $\mathbb{P}(0{,}1 \leq X \leq 0{,}2)$ und (2) $\mathbb{P}(0{,}1 \leq Y \leq 0{,}2)$,

(c) Vergleichen Sie die Werte der folgenden Wahrscheinlichkeiten:

  (1) $\mathbb{P}(2{,}2 < X < 3{,}7)$ (2) $\mathbb{P}(2{,}2 \leq X < 3{,}7)$
  (3) $\mathbb{P}(2{,}2 < X \leq 3{,}7)$ (4) $\mathbb{P}(2{,}2 \leq X \leq 3{,}7)$

Aufgabe 16 Eine Firma benötigt Zylinder mit einem Durchmesser von 20 [mm]. Sie akzeptiert Abweichungen von maximal $\pm 0{,}5$ [mm]. Der Durchmesser X eines produzierten Zylinders ist normalverteilt mit $\mu = 20$ [mm].

(a) Wieviel Prozent der Zylinder lehnt die Firma ab, wenn $\sigma = 0{,}8$ [mm] ist?

(b) Wie groß ist σ, wenn die Firma durchschnittlich 20% der Zylinder ablehnt?

1.7 Mehrdimensionale Verteilungen inkl. Kovarianz & Korrelation

Aufgabe 17 Einem Produkt werden bei einer Qualitätskontrolle die beiden Merkmale X (z.B. für Funktion) und Y (z.B. für Handhabung) zugewiesen. Die folgende Tabelle gebe die zugehörige Wahrscheinlichkeitsfunktion $f(x_i,y_j) = \mathbb{P}(X = x_i, Y = y_j)$ an.

x_i \ y_j	1	2	3	4
1	0,05	0,11	0,07	0,01
2	0,08	0,2	0,13	0,06
3	0,03	0,13	0,09	0,04

(a) Berechnen Sie die Randwahrscheinlichkeiten für beide Zufallsvariablen.

(b) Ermitteln Sei die Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Zufallsvariable X unter der Bedingung $Y = 2$. Die bedingte Wahrscheinlichkeit im mehrdimensionalen Fall lässt sich aus der Formel von Bayes ableiten.

(c) Überprüfen Sie, ob die Zufallsvariablen X und Y stochastisch unabhängig sind.

(d) Berechnen Sie aus den Randverteilungen die Erwartungswerte und Varianzen für X und Y.

(e) Berechnen Sie die Kovarianz $cov(X,Y)$ und den Korrelationskoeffizient ρ_{XY}.

(f) Gegeben sei nun Zufallsvariable $Z = X + Y$. Bestimmen Sie

(1) die Wahrscheinlichkeitsfunktion (2) den Erwartungswert
(3) die Varianz

Aufgabe 18 Die Dichtefunktion $f_{X,Y}$ des zweidimensionalen stetigen Zufallsvektors (X,Y) sei gegeben durch:

$$f_{X,Y}(x,y) = \begin{cases} \frac{1}{36} & \text{falls } 0 \leq x \leq 12 \text{ und } 5 \leq y \leq 8 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases}$$

(a) Bestimmen Sie die Verteilungsfunktion $F_{X,Y}$ des Zufallsvektors (X,Y).

(b) Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten:

(1) $\mathbb{P}(X \leq 5, Y \leq 7)$ (2) $\mathbb{P}(1 < X \leq 5, Y \leq 7)$
(3) $\mathbb{P}(X \leq 5, 6 < Y \leq 7)$

(c) Bestimmen Sie die Randdichten f_X und f_Y von X bzw. Y.

(d) Bestimmen Sie die Verteilungsfunktion F_X und F_Y von X bzw. Y.

(e) Entscheiden Sie (mit Begründung), ob die Zufallsvariablen X und Y stochastisch unabhängig sind.

1.8 Mehrdimensionale Normalverteilung

Aufgabe 19 In einer Seidenspinnerei werden Rohfäden von Seidenkokons abgewickelt und zu Seidenfäden versponnen. Es wird angenommen, dass die verwertbare Fadenlänge pro Kokon durch eine normalverteilte Zufallsvariable mit Erwartungswert $\mu = 800\text{m}$ und Varianz $\sigma^2 = 6\,400\text{m}^2$ angemessen beschrieben werden kann.

(a) Man berechne die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die verwertbare Fadenlänge eines beliebig herausgegriffenen Konkons mindestens 750m beträgt, und die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sie 1 000m übersteigt.

(b) Unter geeigneten zusätzlichen Annahmen bestimme man eine Mindest- und eine Höchstgrenze C bzw. D für die Gesamtlänge der von 100 000 Kokons abgewickelten verwertbaren Seidenfäden, die mit 95% Wahrscheinlichkeit eingehalten werden. Man wähle die Grenzen so, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Unterschreitung von C und die Wahrscheinlichkeit für eine Überschreitung von D gleich groß sind.

(c) Wie viele Kokons müssen abgewickelt werden, damit mit mindestens 99% Wahrscheinlichkeit die Gesamtlänge der verwertbaren Seidenfäden mindestens 100 000km beträgt?

1.9 Grenzwertsätze

1.9.1 Approximation der Binomialverteilung durch die Poisson-Verteilung

Aufgabe 20 Ein Onlineshop verschickt an einem Tag $n = 50\,000$ Bestellbestätigungen per E-Mail. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine einzelne E-Mail wegen eines Tippfehlers in der Adresse nicht zugestellt werden kann, sei $p = 4 \cdot 10^{-5}$.

Sei X die Anzahl der unzustellbaren E-Mails an diesem Tag.

(a) Begründen Sie, warum hier eine Approximation der Binomialverteilung durch eine Poissonverteilung sinnvoll ist, und geben Sie die approximative Verteilung von X an.

(b) Berechnen Sie näherungsweise die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens 5 E-Mails unzustellbar sind.

1.9.2 Zentraler Grenzwertsatz

Aufgabe 21 Ein Glasbläser benötigt im Schnitt 7 Minuten zur Herstellung einer Vase. Die Standardabweichung beträgt 2 Minuten. Die Zeiten sämtlicher Arbeitsschritte sind unabhängige Zufallsvariablen.

(a) Mit welcher Wahrscheinlichkeit können 500 Vasen innerhalb von 61 Produktionsstunden hergestellt werden? Benutzen Sie den Zentralen Grenzwertsatz.

(b) Wie viele Produktionsstunden bräuchte er maximal, um mit 95% Wahrscheinlichkeit die doppelte Anzahl, also 1 000 Vasen fertigzustellen?

1.9.3 Approximation der Binomialverteilung durch Normalverteilung/ Zentraler Grenzwertsatz Moivre-Laplace

Aufgabe 22 Eine Näherei, die Oberhemden herstellt, bezieht die benötigten Knöpfe von einer Firma aus Köln. Aus langjähriger Erfahrung weiß man, dass ein Knopf mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,1 einen Defekt aufweist, d.h. zur Verarbeitung nicht verwendet werden kann. In einem bestimmten Monat werden 4,900 Knöpfe geliefert.

(a) Welche Verteilung hat die Zufallsvariable $X = \{\text{Anzahl der defekten Knöpfe}\}$?

(b) Wie groß ist die (approximative) Wahrscheinlichkeit, dass sich darunter mindestens 4,450 Knöpfe OHNE Defekt befinden?

2 Deskriptive Statistik

2.1 Lage- und Streumaße & emp. Verteilungsfunktion für Unklassierte Daten

Aufgabe 23 Bei einer Klassenarbeit erhielten die 25 Schüler einer Klasse in alphabetischer Reihenfolge die Zensuren

$$3, 5, 4, 3, 2, 3, 4, 6, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 2, 1, 3, 4, 2, 4, 3, 1, 2, 3, 4$$

(a) Erstellen Sie eine Tabelle mit Strichliste sowie absoluter und relativer Häufigkeit jeder Zensur. Zeichnen Sie ein Stabdiagramm der relativen Häufigkeit.

(b) Ergänzen Sie die Tabelle um die absolute und relative Summenhäufigkeit und zeichnen Sie die empirische Verteilungsfunktion.

Bestimmen Sie im Folgenden die geforderten Werte (arithmetr. Mittel, Median, ect.) jeweils aus den Urwerten sowie aus der unklassierten Häufigkeitstabelle.

(c) Berechnen Sie das arithmentische Mittel, den Median und den Modalwert.

(d) Geben Sie das 10%- und das 90%-Quantil sowie das untere und obere Quartil an.

(e) Berechnen Sie die empirische Varianz und die empirische Standardabweichung.

(f) Geben Sie den Variationskoeffizienten an.

2.2 Lage- und Streumaße & emp- Verteilungsfunktion für Klassierte Daten

Aufgabe 24 Bei einer Population von 30 Versuchstieren wird an einem bestimmten Tag das Gewicht (in kg) gemessen. Dabei ergaben sich die folgenden Messungen:

12,16	11,53	14,02	11,85	10,94	11,83	12,94	11,46	13,15	12,70
10,88	13,24	14,04	10,95	14,78	12,39	13,69	11,82	14,28	12,96
13,24	13,42	12,23	15,04	11,34	12,28	13,42	13,93	14,73	11,28

(a) Erstellen Sie zur Übersicht der Verteilung eine Tabelle mit der Klasseneinteilung $[10{,}0; 11{,}5)$, $[11{,}5; 13{,}0)$, $[13{,}0; 14{,}0)$, $[14{,}0; 16{,}0)$. Geben Sie die absolute und relative Klassenhäufigkeit sowie die Werte für die empirische Verteilungsfunktion an.

(b) Zeichnen Sie

(1) das zugehörige Histogramm und (2) die empirische Verteilungsfunktion.

(c) Berechnen Sie aus den klassierten Daten

(1) das arithmetische Mittel (2) den Median (3) die Modalklasse
(4) das 90%-Quantil (5) das untere Quartil
(6) die empirische Varianz sowie die empirische Standardabweichung

(d) Geben Sie den Variationskoeffizienten an.

3 Schließende Statistik

3.1 Schätzer

3.1.1 Lineare Regression

Aufgabe 25 Eine Unternehmensabteilung ist ausschließlich mit der Herstellung eines einzigen Produktes beschäftigt. Für 10 Perioden wurden folgende Produktionsmengen (X) und Gesamtkosten (Y) der Abteilung registrieren:

Periode i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Output x_i	9	12	14	12	12	13	10	11	12	15
Kosten y_i	1216	1300	1356	1288	1276	1292	1260	1244	1288	1360

Die hierdurch definierte Regressionsgerade diene der Ermittlung von variablen Kosten (Anstieg der Regressionsgerade) und fixen Kosten (absolutes Glied der Regressionsgeraden). Wie groß sind die variablen und die fixen Kosten der Abteilung?

3.1.2 Maximum Likelihood inkl. Erwartungstreue & Konsistenz

Aufgabe 26 Die Zufallsvariablen $X_1, \cdots, X_n$ seien unabhängig und jeweils $N(0;\theta)$-verteilt, dabei ist $\theta > 0$ unbekannt. Die Dichte von X_1 ist also gegeben durch

$$f(x,\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\theta}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\theta}}, \quad x \in \mathbb{R},$$

(a) Bestimmen Sie den Maximum-Likelihood-Schätzer für den Parameter θ.

(b) Welcher der beiden Schätzer

(1) $S_n = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} X_i^2$ (2) $T_n = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} X_i^2$

ist erwartungstreu, welcher ist asymptotisch erwartungstreu
(d.h. Betrachtung des Grenzwert vom Erwartungswert der Schätzfunktion)?

3.1.3 Konfidenzintervalle

Aufgabe 27 Die an einem bestimmten Messpunkt der Stadt A (in mm) gemessene monatliche Niederschlagsmenge im Juni kann durch eine $N(\mu;\sigma^2)$-verteilt Zufallsvariable mit $\mu \geq 0$ und $\sigma > 0$ beschrieben werden.
Aus 14 unabhängig voneinander für den Monat Juni gemessenen Niederschlagsmengen $x_1, \cdots, x_{14}$ wurden als arithmetisches Mittel und Stichproben-Varianz die folgenden Werte berechnet:

$$\overline{x} = \frac{1}{14}\sum_{i=1}^{14} x_i = 49{,}3 \ (mm) \quad \text{und} \quad s^2 = \frac{1}{13}\sum_{i=1}^{14}(x_i - \overline{x})^2 = 85{,}7 \ (mm^2)$$

(a) Bestimmen Sie mittels dieser Kenngrößen ein zweiseitiges 95%-Konfidenzintervall für den Erwartungswert μ.

(b) Bestimmen Sie mittels dieser Kenngrößen ein einseitiges oberes 95%-Konfidenzintervall für den Erwartungswert μ.

(c) Bestimmen Sie mittels dieser Kenngrößen ein zweiseitiges 90%-Konfidenzintervall für die Varianz σ^2.

(d) Nehmen Sie nun an, dass die Varianz σ^2 aufgrund langjähriger Erfahrungen bekannt ist und den Wert 81 (mm^2) hat. Wie hoch müsste die Anzahl gemessener Niederschlagsmengen mindestens sein, um hiermit ein 95%-Konfidenzintervall für den Erwartungswert μ angeben zu können, dessen Länge höchstens 5 (mm) beträgt?