

Klausurreport »Multivariate Verfahren«, WiSe 2024/2025

Die Klausur zur Vorlesung “Multivariate Verfahren” (M.Sc. KliPP, Modul A1) im Wintersemester 2024/2025 wurde am 07.02.2025 von 12:00 bis 13:00 Uhr in den Computer-Pools des Universitätsrechenzentrums (URZ) als elektronische Klausur (E-Klausur) mit 28 Teilnehmenden durchgeführt. Sie bestand aus 30 Multiple-Choice-Aufgaben mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten und jeweils genau einer richtigen Antwort. Die Klausur ist diesem Bericht beigelegt, richtige Antworten sind auf der letzten Seite angegeben.

Bewertung

Die Aufteilung der zugelassenen Noten auf die erreichten Prozentpunkte wurde anhand untenstehender Tabelle vorgenommen. Diese trifft folgende Zuordnung der erreichten Prozentpunkte zu den zugelassenen Noten anhand von geschlossenen Intervallen gerundeter Prozentpunkte.

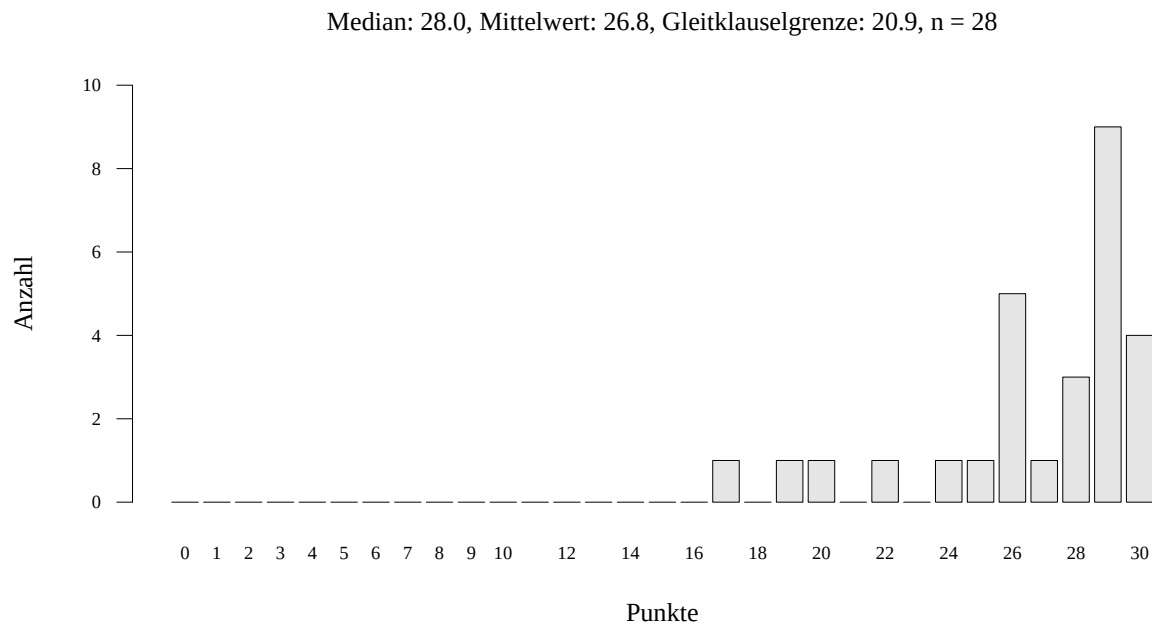
$\leq$	$\geq$	Note
100	95	1,0
94	90	1,3
89	85	1,7
84	80	2,0
79	75	2,3
74	70	2,7
69	65	3,0
64	60	3,3
59	55	3,7
54	50	4,0
49	0	5,0

Es ergibt sich folgendes Punktenotenschema, wobei < 15 Punkte mit 5,0 bewertet wurden.

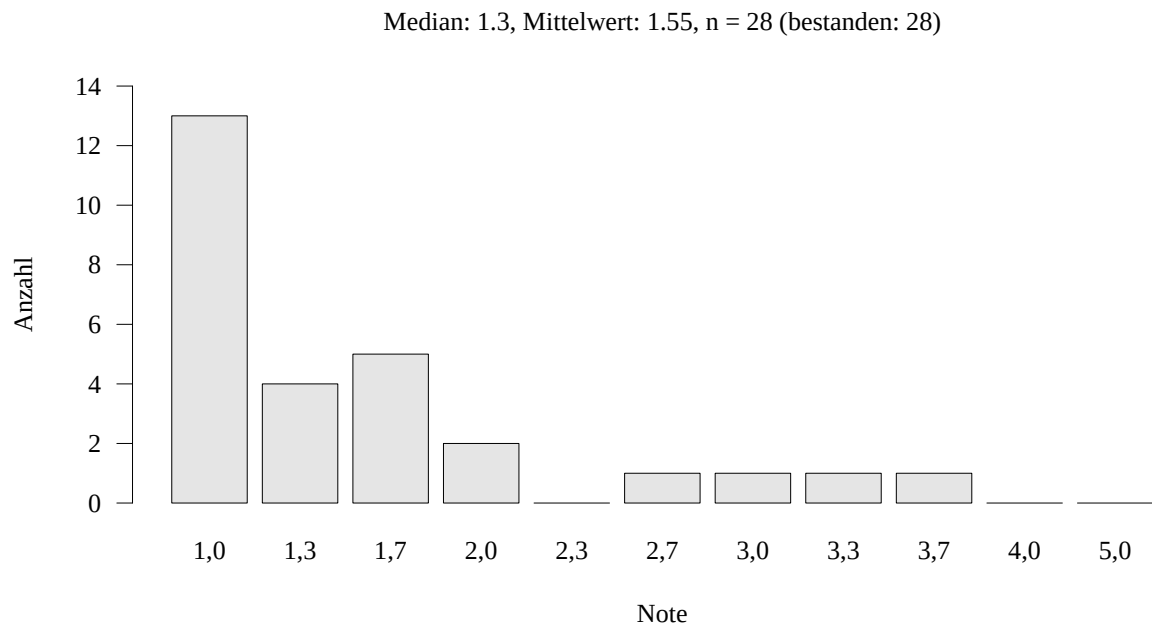
Punkte	Prozent	Note
30	100,0	1,0
29	96,7	1,0
28	93,3	1,3
27	90,0	1,3
26	86,7	1,7
25	83,3	2,0
24	80,0	2,0
23	76,7	2,3
22	73,3	2,7
21	70,0	2,7
20	66,7	3,0
19	63,3	3,3
18	60,0	3,3
17	56,7	3,7
16	53,3	4,0
15	50,0	4,0

Ergebnisse

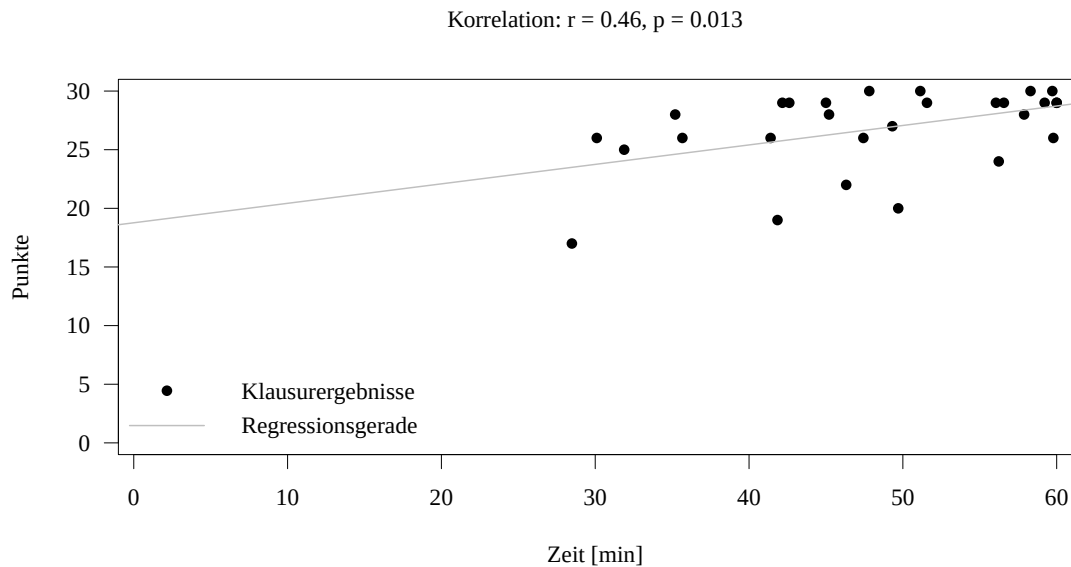
Die nachfolgende Abbildung zeigt die absolute Häufigkeitsverteilung der erzielten Punkte.



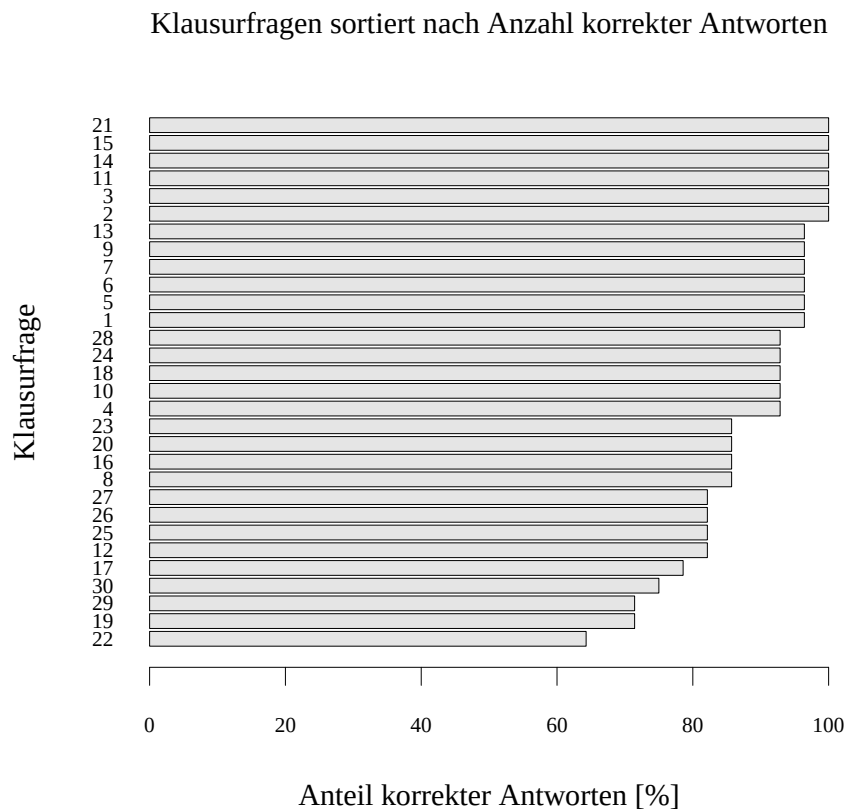
Die nachfolgende Abbildung zeigt die absolute Häufigkeitsverteilung der erreichten Noten.



Die nachfolgende Abbildung zeigt die Korrelation zwischen verbrauchter Zeit (= Dauer von Start der Klausur bis zu elektronischer Abgabe) und erreichter Punktzahl (= Anzahl richtig beantworteter Fragen).



Die nachfolgende Abbildung zeigt die Reihenfolge der Klausurfragen, wenn man sie nach Anteil korrekter Antworten über alle Teilnehmenden hinweg sortiert. Dieser Anteil kann annäherungsweise als umgekehrter Schweregrad einer Frage interpretiert werden.



OTTO-VON-GUERICKE-UNIVERSITÄT MAGDEBURG
Fakultät für Naturwissenschaften
Institut für Psychologie
Lehrstuhl Methodenlehre I
Dr. rer. nat. Joram Soch

Klausur "Multivariate Verfahren"
(Modul A1: Vertiefung allgemeine Forschungsmethoden)
Termin: 07.02.2025

Name, Vorname: _____

Matrikelnummer: _____

Bearbeitungshinweise:

- Die Klausur besteht aus **30 Aufgaben**.
- Sie haben zur Bearbeitung **60 Minuten** Zeit.
- Bei jeder Aufgabe sind jeweils **vier Antwortmöglichkeiten** vorgegeben.
- Es trifft **immer genau eine** Antwort zu.
- Bitte kreuzen Sie bei jeder Aufgabe nur die **zutreffende Antwort** an.
- Für jede **richtig gelöste Aufgabe** erhalten Sie einen Punkt.
- Die Klausur ist bestanden, wenn Sie mindestens **15 Punkte** erreichen.

Viel Erfolg!

1. Was versteht man in der psychologischen Forschung unter einer abhängigen Variable?
 - a) eine Größe, die Experimentierende typischerweise unter ihrer Kontrolle haben und die im Verlaufe des Experiments variiert wird, um ihren Einfluss auf andere Größen zu ermitteln
 - b) eine Größe, die Experimentierende typischerweise messen und die das primäre Ergebnismaß des Experiments darstellt, das ggf. von anderen Größen beeinflusst wird
 - c) eine grundsätzlich eindimensionale Zufallsvariable
 - d) eine grundsätzlich mehrdimensionale Zufallsvariable

 2. Welche Größe würde in einer kognitiv-neurowissenschaftlichen Studie, in der verschiedene visuelle Stimuli gezeigt werden, während im Rahmen einer Objektkategorisierungsaufgabe Antwort, Reaktionszeit und Hautleitfähigkeit der Teilnehmenden erhoben werden, am ehesten als unabhängige Variable betrachtet werden?
 - a) Stimulus
 - b) Antwort
 - c) Reaktionszeit
 - d) Hautleitfähigkeit

 3. Es seien $A = \begin{pmatrix} 1 & -4 & 3 \\ -2 & 5 & -1 \end{pmatrix}$ und $B = \begin{pmatrix} -3 & 0 & 2 \\ 4 & -6 & 0 \end{pmatrix}$. Berechnen Sie $C = A + B$!
 - a) $C = \begin{pmatrix} -2 & -4 & 5 \\ -6 & -1 & -1 \end{pmatrix}$
 - b) $C = \begin{pmatrix} -2 & -4 & 5 \\ 2 & 11 & -1 \end{pmatrix}$
 - c) $C = \begin{pmatrix} -2 & -4 & 5 \\ 2 & -1 & -1 \end{pmatrix}$
 - d) $C = \begin{pmatrix} 4 & -4 & 1 \\ -6 & 11 & -1 \end{pmatrix}$

 4. Es seien $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 4 & 0 & -1 \end{pmatrix}$ und $B = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & -4 \\ 0 & 5 \end{pmatrix}$. Berechnen Sie $C = AB$!
 - a) $C = \begin{pmatrix} 7 & 25 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$
 - b) $C = \begin{pmatrix} -7 & 9 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$
 - c) $C = \begin{pmatrix} -7 & 25 \\ -4 & 3 \end{pmatrix}$
 - d) $C = \begin{pmatrix} -7 & 9 \\ -4 & 13 \end{pmatrix}$
-

5. Gegeben sei eine Matrix $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$. Wie ist die inverse Matrix von A definiert?
- a) Die inverse Matrix von A ist diejenige Matrix B , für die das Matrixprodukt von A und B die n -dimensionale Einheitsmatrix ergibt.
 - b) Die inverse Matrix von A ist eine beliebige Matrix B , für die das Matrixprodukt von A und B eine n -dimensionale Nullmatrix ergibt.
 - c) Die inverse Matrix von A ist diejenige Matrix B , für die das Matrixprodukt von A und B die transponierte Matrix A^T ergibt.
 - d) Die inverse Matrix von A existiert nicht, weil die inverse Matrix für quadratische Matrizen nicht definiert ist.
6. Es sei $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$. Welche Aussage trifft dann zu?
- a) A ist eine Einheitsmatrix.
 - b) A ist eine Nullmatrix.
 - c) A ist eine Diagonalmatrix.
 - d) A ist eine symmetrische Matrix.
7. $A \in \mathbb{R}^{n \times n}$ sei eine quadratische Matrix und v sei ein Eigenvektor von A zum Eigenwert λ . Wie ist dieser Zusammenhang mathematisch definiert?
- a) $Av = \lambda v$
 - b) $\lambda^2 = Av$
 - c) $v^T v = A\lambda$
 - d) $A + v = \lambda + v$
8. $S \in \mathbb{R}^{n \times n}$ sei eine symmetrische Matrix mit der orthonormalen Zerlegung $S = Q\Lambda Q^T$. Welche Aussage trifft dann **nicht** notwendigerweise zu?
- a) Q ist eine orthogonale Matrix.
 - b) Die Spalten von Q sind die Zeilen von S .
 - c) Λ ist eine Diagonalmatrix.
 - d) Die Diagonalelemente von Λ sind die Eigenwerte von S .
9. ξ sei ein multivariat normalverteilter n -dimensionaler Zufallsvektor mit $\xi \sim N(\mu, \Sigma)$. Was ist der Erwartungswert $\mathbb{E}(\xi)$?
- a) n
 - b) μ
 - c) Σ
 - d) $\mathbb{R}$

10. Was besagt das Theorem zur linear-affinen Transformation multivariater Normalverteilungen?
- a) Die marginalen Verteilungen einer multivariaten Normalverteilung sind ebenfalls multivariate Normalverteilungen.
 - b) Die bedingten Verteilungen einer multivariaten Normalverteilung sind ebenfalls multivariate Normalverteilungen.
 - c) Die Parameter einer gemeinsamen Normalverteilungen ergeben sich als linear-affine Transformation der Parameter der sie induzierenden marginalen und bedingten Normalverteilungen.
 - d) Jede linear-affine Transformation eines multivariat normalverteilten Zufallsvektors ist ebenfalls multivariat normalverteilt.
11. Gegeben seien eine univariate unabhängige Variable und eine univariate abhängige Variable. Welche Methode ist **kein** passendes Datenanalyseverfahren?
- a) Korrelation
 - b) einfache lineare Regression
 - c) multiple lineare Regression
 - d) einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA)
12. Gegeben sei ein Datensatz $y_1, \dots, y_n$ mit $y_i \in \mathbb{R}^m$ für $i = 1, \dots, n$ sowie dessen multivariates Stichprobenmittel $\bar{y}$. Wie ist die Stichprobenkovarianzmatrix der $y_1, \dots, y_n$ definiert?
- a) $C := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(y_i - \bar{y})^T$
 - b) $C := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^T (y_i - \bar{y})$
 - c) $C := \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})(y_i - \bar{y})^T$
 - d) $C := \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^T (y_i - \bar{y})$
13. Im Modell der einfaktoriellen multivariaten Varianzanalyse werden die gruppenspezifischen Erwartungswertparameter mithilfe m -dimensionaler Vektoren $\mu_i \in \mathbb{R}^m$ mit $i = 1, \dots, p$ modelliert. Diese Vektoren haben dabei so viele Komponenten, wie es Datendimensionen gibt (m). Die Nullhypothese für dieses Modell besagt, dass die Erwartungswertparameter aller Gruppen identisch sind: $H_0 : \mu_1 = \dots = \mu_p$. Wie lautet die Alternativhypothese?
- a) Die Erwartungswertparameter mindestens zweier Gruppen unterscheiden sich in mindestens einer Komponente.
 - b) Die Erwartungswertparameter aller Gruppen unterscheiden sich paarweise in mindestens einer Komponente.
 - c) Die Erwartungswertparameter mindestens zweier Gruppen unterscheiden sich in allen Komponenten.
 - d) Die Erwartungswertparameter aller Gruppen unterscheiden sich paarweise in allen Komponenten.
14. Was sagt das Theorem zur multivariaten Quadratsummenzerlegung im Modell der einfaktoriellen multivariaten Varianzanalyse über den Zusammenhang von total sum-of-squares Matrix T , between-group sum-of-squares Matrix B und within-group sum-of-squares Matrix W ?
- a) $T = BW$
 - b) $T = BW^{-1}$
 - c) $T = B + W$
 - d) $T = B - W$

15. Wie ist die Korrelation zweier Zufallsvariablen definiert?
- a) Die Korrelation zweier Zufallsvariablen ist definiert als die Kovarianz dieser Zufallsvariablen, geteilt durch das Produkt ihrer Standardabweichungen.
 - b) Die Korrelation zweier Zufallsvariablen ist definiert als die Differenz ihrer Erwartungswerte.
 - c) Die Korrelation zweier Zufallsvariablen ist definiert als der Steigungsparameter der Ausgleichsgerade.
 - d) Die Korrelation zweier Zufallsvariablen ist immer Null, da Zufallsvariablen zufällig sind und demzufolge nicht korreliert sein können.
16. Was versteht man, im Rahmen einer Kanonischen Korrelationsanalyse (KKA), unter dem "am besten prädizierbaren Kriterium"?
- a) Das am besten prädizierbare Kriterium ist die nach Schätzung der KKA sich ergebende Linearkombination der unabhängigen Variablen, die die Korrelation mit einer Linearkombination der abhängigen Variablen maximiert.
 - b) Das am besten prädizierbare Kriterium ist die nach Schätzung der KKA sich ergebende Linearkombination der abhängigen Variablen, die die Korrelation mit einer Linearkombination der unabhängigen Variablen maximiert.
 - c) Das am besten prädizierbare Kriterium ist diejenige abhängige oder unabhängige Variable, die im Rahmen der Schätzung der KKA das höchste Gewicht im kanonischen Koeffizientenvektor erhält.
 - d) Das am besten prädizierbare Kriterium ist der geschätzte Wert der ersten kanonischen Korrelation.
17. Was ist das Prinzip einer leave-one-out cross-validation (LOO-CV)?
- a) Ein prädiktives Modell wird wiederholt an einem Datensatz trainiert und getestet, wobei in jeder Wiederholung der Trainingsdatensatz aus allen experimentellen Einheiten bis auf eine besteht und die ausgelassene experimentelle Einheit den Testdatensatz bildet.
 - b) Ein prädiktives Modell wird wiederholt an einem Datensatz trainiert und getestet, wobei in jeder Wiederholung der Trainingsdatensatz aus 9/10 der experimentellen Einheiten besteht und das restliche 1/10 der experimentellen Einheiten den Testdatensatz bildet.
 - c) LOO-CV bedeutet, dass prädiktive Modelle wiederholt unter Auslassung eines Features trainiert werden, wobei in jeder Wiederholung das geschätzte prädiktive Modell auf dem jeweils ausgelassenen Feature getestet wird.
 - d) LOO-CV bedeutet, dass bei der Berechnung von Performanzmetriken jeweils ein Exemplar der true negative (TN), false positive (FP), false negative (FN) und false positive (FP) ausgelassen wird, um unverzerrte Ergebnisse zu erhalten.
18. Aus einer binären Klassifikation ergeben sich $TN = 86$, $FP = 14$, $FN = 3$, $TP = 97$ ($TN = \text{true negative}$, $FP = \text{false positive}$, $FN = \text{false negative}$, $TP = \text{true positive}$). Wie hoch ist die false positive rate (FPR)?
- a) 0.86
 - b) 0.14
 - c) 0.03
 - d) 0.97

19. Welche Definitionsmenge und Zielmenge hat eine multivariate reellwertige Funktion f ?
- a) $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
 - b) $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^m, m > 1$
 - c) $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}, n > 1$
 - d) $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m, n > 1, m > 1$
20. Worin besteht der Unterschied zwischen einem lokalem und einem globalem Minimum einer Funktion?
- a) Das globale Minimum ist dasjenige lokale Minimum, das ein striktes lokales Minimum ist.
 - b) Das globale Minimum ist derjenige Funktionswert $f(x)$, der der kleinste für alle Argumente x in der Definitionsmenge ist. Ein lokales Minimum ist der kleinste Funktionswert $f(x)$ für alle Argumente x innerhalb einer Umgebung der entsprechenden Minimalstelle.
 - c) Das globale Minimum ist ein Funktionswert von $f(x)$, das lokale Minimum ist ein Argument von $f(x)$.
 - d) Das globale Minimum ist der kleinste Funktionswert von $f(x)$, das lokale Minimum ist der größte Funktionswert von $f(x)$.
21. Gegeben sei der Vektor $v_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$. Mit welchem der folgenden Vektoren ist v_1 linear abhängig?
- a) $v_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$
 - b) $v_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$
 - c) $v_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$
 - d) $v_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ 5 \end{pmatrix}$
22. $C = Q\Lambda Q^T$ sei die Hauptkomponentenanalyse eines Datensatzes $X \in \mathbb{R}^{m \times n}$. Welche Aussage trifft **nicht** zu?
- a) Die Dimensionalität der Matrix Q ist $m \times n$.
 - b) Die Spalten von Q sind die Eigenvektoren der Stichprobenkovarianzmatrix C .
 - c) Die Diagonaleinträge von Λ sind die Eigenwerte der Stichprobenkovarianzmatrix C .
 - d) Die Stichprobenkovarianzmatrix des transformierten Datensatzes $\tilde{X} = Q^T X$ ist Λ .
23. Gegeben sei das Modell der linearen Diskriminanzanalyse für die Label-Zufallsvariable y mit Ergebnisraum $\{0, 1\}$ und den Feature-Zufallsvektor x mit Ergebnisraum $\mathbb{R}^m$. Welcher Wahrscheinlichkeitsverteilung folgt in diesem Modell die Zufallsvariable y ?
- a) Bernoulli-Verteilung
 - b) Gamma-Verteilung
 - c) univariate Normalverteilung
 - d) multivariate Normalverteilung

24. Gegeben sei die der Klassifikationsregel der linearen Diskriminanzanalyse zugrundeliegende bedingte Wahrscheinlichkeit $p(y = 1|x) = 1 / (1 + \exp(-\tilde{x}^T \beta))$? Was bezeichnet $\tilde{x}$ in dieser Gleichung?
- a) das Klassenlabel
 - b) den Featurevektor
 - c) den erweiterten Featurevektor
 - d) den Inferenzparametervektor
25. Welche Funktion ist die Link-Funktion im Modell der Logistischen Regression?
- a) $g(\mu) = \mu$
 - b) $g(\mu) = \ln\left(\frac{\mu}{1-\mu}\right)$
 - c) $g(\mu) = \frac{1}{1+\exp(-\mu)}$
 - d) $g(\mu) = (x - \mu)^T \Sigma^{-1} (x - \mu)$
26. Gegeben sei die Wahrscheinlichkeitsmassefunktion $p(y)$ eines Logistischen Regressionsmodells mit zwei Klassen ("0" und "1") und n Datenpunkten. Unter welcher Bedingung wird ein gegebener Featurevektor x der Klasse "1" zugewiesen?
- a) wenn $p(y = 1) < p(y = 0)$
 - b) wenn $p(y = 1) = 1 + p(y = 0)$
 - c) wenn $p(y = 1) > 0.5$
 - d) wenn $p(y = 1) > 1/n$
27. Welche Definitionsmenge und Zielmenge hat eine lineare Diskriminanzfunktion h im Kontext von Support Vector Machines?
- a) $h : \mathbb{R}^m \rightarrow \{-1, +1\}$
 - b) $h : \mathbb{R}^m \rightarrow \{0, 1, 2, 3, \dots\}$
 - c) $h : \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}$
 - d) $h : \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^n$
28. Unter welcher Bedingung ist ein Trainingsdatensatz linear separierbar?
- a) Ein Trainingsdatensatz ist linear separierbar, wenn es eine lineare Diskriminanzfunktion gibt, die alle Trainingsdatenpunkte korrekt klassifiziert.
 - b) Ein Trainingsdatensatz ist linear separierbar, wenn seine Datenpunkte mindestens 3 Klassen angehören.
 - c) Ein Trainingsdatensatz ist linear separierbar, wenn er aus mindestens 100 Datenpunkten besteht.
 - d) Ein Trainingsdatensatz ist linear separierbar, wenn eine Soft-Margin-Klassifikation erforderlich ist, um alle Trainingsdatenpunkte korrekt zu klassifizieren.

29. Welche Aussage über die Schichten eines k -schichtigen neuronalen Netzes ist **falsch**?
- a) Die Schicht des neuronalen Netzes mit Index $l = 0$ heißt Inputschicht.
 - b) Die Schicht des neuronalen Netzes mit Index $l = k$ heißt Outputschicht.
 - c) Die letzten zwei Schichten des neuronalen Netzes heißen Targetschichten.
 - d) Die mittleren Schichten des neuronalen Netzes heißen verdeckte Schichten.
30. Die Formel für das Potential von Neuron i in Schicht l lautet: $z_i^l = \sum_{j=1}^{n_{l-1}} w_{ij}^l a_j^{l-1} + w_{i,n_{l-1}+1}^l$. Wofür steht die Variable w_{ij}^l in dieser Formel?
- a) für die Aktivierung von Neuron j in Schicht $l - 1$
 - b) für den Bias von Neuron i in Schicht l
 - c) für das Gewicht der Verbindung von Neuron j in Schicht $l - 1$ und Neuron i in Schicht l
 - d) für das Gewicht der Verbindung von Neuron i in Schicht $l - 1$ und Neuron j in Schicht l

Lösungen:

1. b)
2. a)
3. c)
4. c)
5. a)
6. d)
7. a)
8. b)
9. b)
10. d)
11. c)
12. c)
13. a)
14. c)
15. a)
16. b)
17. a)
18. b)
19. c)
20. b)
21. c)
22. a)
23. a)
24. c)
25. b)
26. c)
27. a)
28. a)
29. c)
30. c)