

# Mensch-Maschine-Interaktion

M. Eng. Elektrotechnik

Klausur vom 6. Februar 2025: Beispiellösungen

Jörn Loviscach

Versionsstand: 8. Februar 2025, 12:22



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Germany License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

*Lösungen von ChatGPT o1. Die Gedanken sind wirklich so unvollständig. In Rot kommentiert von Jörn Loviscach.*

## Gedanken

Erstelle ein LaTeX-Dokument

Gamma-Korrekturverständnis entwickeln.

Gamma-Korrektur für Wahrnehmung

Verkehrung der Helligkeitsskala

Anpassung der Helligkeitsskala

Überprüfen der Verlaufslinie

Überprüfen Sie die Einordnung der Linien.

Klonieren und anpassen

Überprüfen und herkunden

Rückstrahlung des Lichts

Belichtung anpassen und analysieren

Ereignisbehandlung in der Fotovoltaikanwendung

Täuschende Steuerung in der Benutzeroberfläche

Vergleich kNN und ANN für Gebäude-AC Steuerung

Vergleich kNN und ANN für Verkehrsverwaltung.

---

## Kategorien analysieren

Ich untersuche, wie kNN und ANN unterschiedliche Herausforderungen wie Datenforderungen und Generalisierungskräfte bewältigen. Dann denke ich darüber nach, wie sie typischerweise für Verkehrsmanagement, Haushaltvisualisierung und mehr angewendet werden können.

## Erforschen und verdeutlichen

Ich schaue mir unterschiedliche Darstellungen an, wie z. B. hierarchische Diagramme und Cluster-Plots, um Verbrauchsdaten visuell zu analysieren.

## Riestermerzen abschwächen

Rückenschmerzen nach dem Duschen können durch gezielte Dehnübungen, Wärme oder alternative Methoden wie Akupressur-Matten gemildert werden.

## Unterschiedliche Ansätze

Ich schaue mir Methoden wie Cognitive Walkthrough, Eye-Tracking und Logfile-Analyse an, um ihre Vor- und Nachteile für die Benutzerfreundlichkeit zu verstehen, wie Vergleichbarkeit, Detailgenauigkeit und subjektive Wahrnehmung.

## Lösungen

### 1. Umkehrung eines in der Wahrnehmung linearen Graustufenverlaufs

**Aufgabe:** Ein Graustufenbild enthalte Grauwerte, die proportional zur physikalischen Lichtintensität sind. Diese Grauwerte sollen so umgekehrt werden, dass ein in der Wahrnehmung gleichmäßiger Verlauf von Schwarz nach Weiß zu einem in der Wahrnehmung gleichmäßigen Verlauf von Weiß nach Schwarz wird. Welche der drei Kurven

$$A: y = (1 - \sqrt{x})^2, \quad B: y = 1 - x, \quad C: y = \sqrt{1 - x^2}$$

ist zu benutzen? Begründen Sie dies in drei bis fünf Sätzen.

**Lösung:** Verwendet werden muss die *Kurve A* mit  $y = (1 - \sqrt{x})^2$ . Hintergrund ist, dass die menschliche Helligkeitswahrnehmung etwa der Quadratwurzel der physikalischen Intensität entspricht. Wenn der ursprüngliche (lineare) Grauwert  $x$  in der Wahrnehmung also  $\sqrt{x}$  entspricht, soll bei der Umkehrung die neue *wahrgenommene* Helligkeit gerade  $1 - \sqrt{x}$  sein. Um den *physikalischen* Intensitätswert zu erhalten, muss man diesen Ausdruck quadrieren, also  $y = (1 - \sqrt{x})^2$ . So bleibt der Helligkeitsverlauf in Bezug auf die Wahrnehmung gleichmäßig, aber invertiert.

---

## 2. Fünf Event-Typen in einem Windows-Anwendungsprogramm

**Aufgabe:** Ein klassisches Windows-Programm visualisiert den Zeitverlauf von Photovoltaik-Daten. Es gibt Radio-Buttons zur Auswahl der anzuzeigenden Kurve, einen Schieberegler zum Zoomen und beim Überfahren mit der Maus werden Zahlenwerte angezeigt. Nennen Sie fünf Event-Typen, die das Programm verarbeiten muss, und skizzieren Sie die jeweilige Verarbeitung.

**Lösung (Beispiele):**

### 1. Timer-Event (z.B. Minutentakt):

- Programmlogik holt den neuen Messwert (aktuelle Leistung etc.) und speichert ihn.
- Aktualisierung der Daten und Neuzeichnen der Kurve.

### 2. Radio-Button-Event (Auswahl der Kurve):

- Prüfung, welcher Radio-Button nun aktiv ist.
- Laden/Aktivieren der entsprechenden Datenreihe.
- Aufforderung zum Neuzeichnen der Kurve mit diesen Daten.

### 3. Scroll-/Schieberegler-Event (Zoom-Faktor):

- Auslesen des neuen Zoom-Faktors.
- Neuberechnung der Achsenskalierung.
- Neuzeichnen der Kurve.

### 4. Mouse-Move-Event (Maus bewegt sich über die Kurve):

- Ermitteln, welcher Datenpunkt der Mauszeigerposition am nächsten liegt.
- Anzeige eines kleinen Tooltip-Fensters mit exakten Zahlenwerten (z.B. Leistung, Datum/Uhrzeit).

### 5. Window-Resize-Event (Fenstergröße ändert sich):

- Neuberechnung der Zeichenflächengeometrie.
- Skalierung und Neudarstellung der Kurve.

## 3. Trick im Musikstudio und Perceived Affordances

**Aufgabe:** In der Musikproduktion wird angeblich manchmal ein Mischpult-Kanal frei gelassen, an dessen Reglern „zum Schein“ gedreht wird, wenn jemand „mehr Druck“ oder „weniger Bass“ verlangt. Real ändert sich nichts. Diskutieren Sie diesen Trick aus Sicht des Konzepts der Perceived Affordances (ca. fünf Sätze).

**Lösung:** Die *Perceived Affordance* eines Mischpultreglers ist, dass er eine hörbare Veränderung des Sounds bewirken kann. Obwohl in diesem Fall kein Signal durch diesen Kanal läuft, vermittelt die existierende Bedienfläche genau diese Möglichkeit. So wird das Bedienelement eingesetzt, um das Gegenüber „psychologisch“ zufriedenzustellen, ohne den perfekten Mix wirklich zu verändern. Die wahrgenommene Funktion („Affordance“) weicht also von der tatsächlichen (nicht vorhandenen) Funktion ab. Dies zeigt, dass Design und Darstellung eines Bedienelements (Regler) starke Erwartungen erzeugen, selbst wenn sie technisch nicht erfüllt werden.

„false affordance“?

#### 4. Fünf Unterschiede zwischen Virtual Reality (VR) und echter Wahrnehmung

**Aufgabe:** Virtual Reality fühlt sich mit handelsüblichen VR-Brillen noch nicht real an. Beschreiben Sie fünf prinzipielle Unterschiede zur wahren Welt (Stichworte).

**Lösung (Beispiele):**

1. **Eingeschränktes Sichtfeld:** VR-Brillen haben ein engeres Field-of-View als das menschliche Auge in der realen Umgebung.
2. **Auflösung und Pixelraster:** Die Display-Auflösung ist begrenzt, man sieht oft noch einzelne Pixel oder einen Fliegengittereffekt.
3. **Fehlende haptische Rückmeldung:** Berührungen, Gewicht und Widerstand der Umgebung werden nicht realistisch simuliert.
4. **Latenz in Kopf- und Hand-Tracking:** Eine leichte Verzögerung führt zu „Unnatürlichkeit“ oder Schwindel (Motion Sickness).
5. **Eingeschränkte Fokussierungs- und Tiefenwahrnehmung:** Augenakkommodation und Konvergenz stimmen nicht immer mit den gerenderten Inhalten überein.

Bewegung im Bild  $\neq$  fließgewidtem

#### 5. KNN versus Künstliches Neuronales Netz bei Gebäude-Klima-Modellierung

**Aufgabe:** Für eine „intelligente“ Regelung der Klimaanlage soll ein digitales Modell des thermischen Verhaltens eines Gebäudes erstellt werden (Input: Außentemperatur, Ventilstellungen, Lüfterleistungen usw.; Output: Vorhersage der Innentemperatur). Vergleichen Sie den Einsatz von *k-Nearest Neighbors* (kNN) und *künstlichen neuronalen Netzen* (ANN) für fünf relevante Aspekte (Stichworte).

**Lösung (Beispielhafte Gegenüberstellung):**

- **Trainingsaufwand:**

# Kein Bezug zur Anwendung!

- kNN: Kaum explizites Training, nur Datenspeicherung.
- ANN: Iteratives Training (Gradientenabstieg), kann zeitaufwändig sein.
- **Vorhersagegeschwindigkeit (Inference):**
  - kNN: Potenziell langsam, da für jede Vorhersage die nächsten Nachbarn im Datensatz gesucht werden.
  - ANN: Nach erfolgtem Training meist schnelle Vorhersage (Matrix-Multiplikationen).
- **Speicherbedarf:**
  - kNN: Muss alle oder sehr viele Trainingsdaten vorhalten.
  - ANN: Benötigt nur die gelernten Gewichte, typischerweise weniger Platz als großer Rohdatensatz.
- **Umgang mit komplexen/nichtlinearen Beziehungen:**
  - kNN: Kann lokale Strukturen gut abbilden, aber „lernt“ keine globale Funktion.
  - ANN: Kann stark nichtlineare Zusammenhänge *global* modellieren, wenn ausreichend Trainingsdaten vorhanden sind.
- **Generalisierungsfähigkeit:**
  - kNN: Starke Abhängigkeit vom Vorhandensein ähnlicher Datenpunkte im Trainingsset.
  - ANN: Kann mit guter Architektur und genügend Daten verallgemeinern, muss aber sorgfältig regularisiert werden.

## 6. Fünf Anwendungen von Maschinenlernen in einer Smart City zur Verkehrsflussoptimierung

**Aufgabe:** In einer Smart City werden Fahrzeugzählungen, Geschwindigkeitsmessungen, Ampelphasen, Unfallzahlen und Wetterdaten erhoben. Nennen Sie fünf konkrete Anwendungen von Maschinenlernen für die Verkehrsoptimierung und ordnen Sie jede Anwendung einer Kategorie (Klassifikation, Regression, Clustering, Reinforcement Learning) zu.

### Lösung (Beispiele):

1. **Vorhersage des Verkehrsaufkommens zu bestimmten Tageszeiten:**  
*Kategorie: Regression* (z.B. lineare Regression oder neuronales Netz).
2. **Echtzeit-Kategorisierung von Stausituationen vs. fließendem Verkehr:**  
*Kategorie: Klassifikation* (z.B. SVM oder Random Forest).

---

3. **Segmentierung von ähnlich stark belasteten Stadtvierteln (Gruppierung):**

*Kategorie: Clustering* (z.B. k-Means, DBSCAN).

4. **Optimierte Ampelsteuerung durch Versuchs- und Belohnungssignale:**

*Kategorie: Reinforcement Learning* (Agent lernt Ampelphasen dynamisch anzupassen).

5. **Erkennung von Anomalien (z.B. ungewöhnlich niedriger Verkehrsfluss trotz Hauptverkehrszeit):**

*Kategorie: Klassifikation oder Anomalieerkennung (ggf. Clustering).*

## 7. Datenvisualisierung bei Haushaltsdaten (Stromverbrauch)

**Aufgabe:** Die Stadtverwaltung hat pro Haushalt folgende Daten: (1) Anzahl Haushaltsmitglieder, (2) Zeitverlauf des Stromverbrauchs über zwölf Monate, (3) Geokoordinaten. Welche Art von Visualisierung eignet sich für die folgenden Fragen?

- Wie verteilt sich der *Gesamtverbrauch* auf Stadtbezirke und deren Unterbezirke?
- Was sind Gruppen von Haushalten mit *ähnlichem Zeitverlauf*?
- Wie ändert sich der *Verbrauch pro Person* über das Stadtgebiet?
- Wie breit ist die *statistische Verteilung* des Verbrauchs pro Person?
- Was sind noch *unbekannte Zusammenhänge* im Datensatz?

### Lösung (Beispiele):

a) **Gesamtverbrauch je Stadtbezirk:**

- Gruppierte Balkendiagramme (für Bezirke und Unterbezirke),
- alternativ *hierarchische* Darstellung (Treemap) oder *Sunburst*.

b) **Gruppen von Haushalten mit ähnlichem Zeitverlauf:**

- *Cluster-Visualisierung*, z.B. mittels 2D-Projection (PCA) und Plot der Clusterzentren,
- oder *dendrogramm* bei hierarchischem Clustering.

c) **Verbrauch pro Person über das Stadtgebiet:**

- *Choroplethen-Karte* (Farbkodierung der Bezirke nach Verbrauch/Person),
- oder Marker auf der Karte (Heatmap).

---

d) **Statistische Verteilung des Verbrauchs pro Person:**

- *Histogramm* oder *Boxplot*, um Median und Spannweite zu verdeutlichen.

e) **Noch unbekanntes Zusammenhänge:**

- *Scatterplot-Matrix* (Pairplot),
- *Parallelkoordinaten-Plot*,
- *Dimensionenreduktion* (z.B. PCA) mit 2D-Plot für explorative Datenanalyse.

## 8. Animierte Elemente in GUIs: Vor- und Nachteile

**Aufgabe:** Animierte GUI-Elemente (Änderung von Sichtbarkeit, Position, Farbe, Form) können einmalig oder wiederholt ablaufen. Nennen Sie drei positive Aspekte und zwei negative Aspekte.

**Lösung:**

*Positive Aspekte (Beispiele):*

- Bessere **Visuelle Orientierung:** Benutzer erkennt, wo sich ein Element hinbewegt oder wo ein neuer Inhalt erscheint.
- **Feedback** über Systemreaktionen: Animationen machen den Zustand und Abläufe klarer (z.B. Ladevorgänge).
- Höhere **Ästhetik** und Ansprechbarkeit: angenehmeres Nutzungsgefühl.

*Negative Aspekte (Beispiele):*

- **Ablenkung** oder Verzögerung: Animationen können Zeit kosten, ungeduldige Nutzer stören.
- **Kognitive Überlastung:** Zu viele bewegte/wechselnde Elemente können verwirren oder Nutzer stressen.

*zwei gestrichelte Punkte!*

## 9. Evaluationsmethoden für Self-Checkout-Kassen: Vor- und Nachteile

**Aufgabe:** Eine Supermarktkette möchte ihre Self-Checkout-Kassen evaluieren. Geben Sie für folgende Methoden jeweils einen spezifischen Vorteil und einen spezifischen Nachteil an.

- 1) Think-Aloud-Protokoll

- 
- 2) Cognitive Walkthrough
  - 3) Eye-Tracking
  - 4) Logfile-Analyse
  - 5) Standardisierte Usability-Fragebögen (z.B. SUS)

**Lösung (jeweils Beispiel-Antworten):**

**1) Think-Aloud-Protokoll**

- *Vorteil:* Direkte Einblicke in die Gedanken und Probleme der Nutzer in Echtzeit.
- *Nachteil:* Das laute Denken kann den natürlichen Ablauf stören oder verlangsamen.

**2) Cognitive Walkthrough**

- *Vorteil:* Strukturierte, expertenbasierte Analyse von Schritt-für-Schritt-Aufgaben.
- *Nachteil:* Keine echten Nutzerdaten, potenzielle Abweichung von realem Nutzungsverhalten.

**3) Eye-Tracking**

- *Vorteil:* Objektive Messung, welche Bereiche besonders Aufmerksamkeit erhalten.
- *Nachteil:* Zusätzlicher Aufwand und Kosten durch spezielle Hardware; Interpretation der Daten ist nicht trivial.

**4) Logfile-Analyse**

- *Vorteil:* Große Datenmengen von realen Nutzungen, kein zusätzlicher Aufwand für die Nutzer.
- *Nachteil:* Reine Nutzungsdaten, erklären nicht das *Warum* möglicher Probleme, keine Einblicke in Nutzergedanken.

**5) Standardisierte Usability-Fragebögen (z.B. SUS)**

- *Vorteil:* Einfach durchführbar, gut vergleichbare Kenngrößen (Benchmarking).
- *Nachteil:* Weniger Detailtiefe, mögliche Verzerrungen durch subjektive Einschätzungen.

Kein Bezug zu Anwendung!

---

## 10. Statistische Tests für Fragestellungen in der Usability-Evaluation

**Aufgabe:** Zu fünf typischen Fragestellungen soll jeweils der klassisch übliche statistische Test angegeben werden:

- 1) Eine Gruppe von Personen bearbeitet dieselbe Aufgabe einmal *vor* und einmal *nach* einer Design-Änderung. Ändert sich die Bearbeitungszeit?
- 2) In einer Beobachtungsstudie werden Fehlerarten wie „falsche Eingabe“ und „Feld unausgefüllt“ gezählt. Stimmen deren Häufigkeiten mit einer theoretischen Verteilung überein?
- 3) Zwei Gruppen verwenden unterschiedliche Interface-Designs. Unterscheidet sich die Bearbeitungszeit zwischen den beiden Designs?
- 4) Drei Interface-Designs werden von verschiedenen Gruppen bewertet. Gibt es Unterschiede?
- 5) 100 Personen bewerten ihre Zufriedenheit auf einer 5-Punkte-Likert-Skala. Weicht der Mittelwert vom Wert 3 ab?

**Lösung (Testwahl):**

- 1) *Vor/nach, dieselben Personen* → **t-Test für abhängige Stichproben (paired t-Test)**.
- 2) *Häufigkeiten vs. theoretische Verteilung* → **Chi-Quadrat-Goodness-of-Fit-Test**.
- 3) *Zwei unabhängige Gruppen, Bearbeitungszeit* → **t-Test für unabhängige Stichproben (unpaired t-Test)**.
- 4) *Drei Gruppen, metrische Daten (Bewertungsskala als intervallskaliert angenommen)* → **einfaktorielle ANOVA**.
- 5) *Einfache Abweichung eines Mittelwerts von einem Referenzwert* → **t-Test für eine Stichprobe (one-sample t-Test)**.