# Frankfurt University of Applied Sciences

Fachbereich Informatik

Projektbericht im Rahmen der Lehrveranstaltung

Human Computer Interaction (HCI)

# Color Memory Game

Wintersemester 2025/2026

Prof. Dr.-Ing. Matthias Deegener

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung  
2. Theoretischer Hintergrund  
 2.1 Wahrnehmung  
 2.2 Gedächtnis  
 2.3 Interaktion  
 2.4 Handlungsmodelle  
 2.5 Usability und mentale Belastung  
3. Konzept und Implementierung  
4. Analyse nach HCI-Prinzipien  
5. Evaluation und Reflexion  
6. Fazit  
7. Quellenverzeichnis

# 1. Einleitung

Im Rahmen der Lehrveranstaltung \*Human Computer Interaction\* an der Frankfurt University of Applied Sciences wurde ein interaktives Projekt entwickelt,   
das die in der Vorlesung vermittelten theoretischen Grundlagen praktisch anwendet. Ziel war es, ein Software-System zu gestalten, das zentrale Prinzipien   
der Mensch-Computer-Interaktion (HCI) veranschaulicht und dabei insbesondere Wahrnehmungs-, Gedächtnis- und Interaktionsprozesse berücksichtigt.

Das entstandene System, das sogenannte „Color Memory Game“, ist ein kognitives Gedächtnisspiel,   
in dem Nutzerinnen und Nutzer eine Abfolge von Farbwörtern memorieren und in korrekter Reihenfolge reproduzieren müssen.   
Durch eine sukzessive Steigerung der Komplexität wird die Belastungsgrenze des Kurzzeitgedächtnisses schrittweise erhöht,   
wodurch sich das Spiel hervorragend eignet, um psychologische und ergonomische Prinzipien der Mensch-Computer-Interaktion erfahrbar zu machen.

Dieser Bericht analysiert die theoretische Grundlage, die Umsetzung und die Gestaltung des Systems ausschließlich auf Basis des Vorlesungsskripts   
von Prof. Dr.-Ing. Matthias Deegener (\*Human Computer Interaction\*, Frankfurt University of Applied Sciences, 2025).   
Ziel ist es, die Verbindung zwischen den im Skript beschriebenen Modellen und der praktischen Implementierung darzustellen.

# 2. Theoretischer Hintergrund

## 2.1 Wahrnehmung

Nach Deegener beschreibt die Wahrnehmung den Prozess, durch den Menschen sensorische Informationen aufnehmen, verarbeiten und interpretieren.   
Das visuelle System spielt hierbei eine zentrale Rolle, insbesondere in grafischen Benutzeroberflächen.   
Im Color Memory Game wird dieses Prinzip genutzt, um Informationen primär über Farbreize und visuelle Rückmeldungen zu vermitteln.   
Die Gestaltung der Benutzeroberfläche orientiert sich an den im Skript behandelten Gestaltgesetzen, vor allem den Gesetzen der Nähe, Ähnlichkeit und Prägnanz.

Die Farbcodierung der Spielwörter (z. B. „Rot“, „Blau“, „Grün“) folgt dem Gesetz der Ähnlichkeit: Gleichfarbige Elemente werden als zusammengehörig wahrgenommen.   
Zudem wird das Gesetz der Prägnanz umgesetzt, indem das Layout klar, einfach und symmetrisch gestaltet ist.   
Die bewusste Verwendung von Farbkontrasten (helle Textflächen auf neutralem Hintergrund) verbessert die Lesbarkeit und reduziert visuelle Ermüdung.   
Damit werden die Anforderungen an eine ergonomische visuelle Gestaltung, wie sie Deegener im Kontext der Wahrnehmungspsychologie beschreibt, erfüllt.

## 2.2 Gedächtnis

Das Spielprinzip ist direkt an die im Skript behandelten Konzepte des Gedächtnisses angelehnt.   
Deegener beschreibt das Gedächtnis als mehrstufiges System, bestehend aus sensorischem Speicher, Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis.   
Das Color Memory Game adressiert insbesondere das Kurzzeitgedächtnis, dessen Kapazität typischerweise bei sieben ± zwei Einheiten liegt.   
Durch die sukzessive Erweiterung der Farbsequenzen wird die begrenzte Speicherkapazität schrittweise ausgereizt.

Darüber hinaus lassen sich die im Spiel auftretenden Lernprozesse mit dem im Skript dargestellten ACT-Modell (Adaptive Control of Thought) beschreiben.   
Hierbei werden deklarative Wissenseinheiten (das bewusste Merken der Farbfolge) durch Wiederholung in prozedurales Wissen überführt   
(das automatische Erinnern der Reihenfolge nach mehreren Runden).   
Somit entsteht ein Lernprozess, der exemplarisch für das Wechselspiel zwischen bewusster Aufmerksamkeit und unbewusster Automatisierung steht.

## 2.3 Interaktion

Ein zentrales Thema des Skripts ist die Gestaltung effizienter Interaktionsprozesse.   
Deegener betont, dass Benutzeroberflächen so gestaltet werden sollten, dass sie direkte Manipulation,   
unmittelbares Feedback und geringe mentale Belastung ermöglichen.   
Das Color Memory Game folgt diesen Prinzipien konsequent: Alle Aktionen führen zu einer unmittelbaren Reaktion –   
beispielsweise durch Farbänderung, Textfeedback oder akustische Signale.

Der Dialog zwischen Mensch und System ist modal eindeutig strukturiert: Jede Interaktion hat eine klar erkennbare Funktion.   
Die Bedienung über Tastatur und Buttons erlaubt eine intuitive Steuerung, wobei die Systemzustände jederzeit visuell kommuniziert werden.   
Die unmittelbare Rückmeldung (z. B. durch farblich hervorgehobenes Feedback bei richtiger oder falscher Eingabe)   
reduziert Unsicherheit und fördert das Vertrauen in das System – ein Aspekt, den Deegener als essenziell für positive Nutzungserfahrungen hervorhebt.

## 2.4 Handlungsmodelle

Im Skript werden verschiedene Modelle zur Beschreibung menschlicher Handlungen vorgestellt, darunter die sieben Handlungsschritte nach Norman   
und das GOMS-Modell (Goals, Operators, Methods, Selection Rules).   
Beide Modelle lassen sich auf das Color Memory Game anwenden.

Im Sinne der sieben Handlungsschritte werden Zielbildung, Handlungsausführung und Ergebnisbewertung klar voneinander getrennt.   
Der Spieler formuliert das Ziel („Ich möchte die Sequenz richtig wiedergeben“), führt Handlungen aus (Eingabe der Farben)   
und bewertet das Ergebnis anhand der Rückmeldung des Systems (Erfolg oder Fehler).   
Das Spiel unterstützt diesen Prozess, indem es Feedback in jeder Phase liefert und dadurch die kognitive Distanz zwischen Handlung und Ergebnis minimiert.

Das GOMS-Modell beschreibt den Interaktionsprozess als eine Abfolge strukturierter Operatoren.   
Im Color Memory Game bestehen diese aus der Wahrnehmung des Farbreizes, der mentalen Speicherung, der Eingabe über die Tastatur und der Bestätigung.   
Durch die klare Zuordnung von Zielen und Methoden wird die Interaktion effizient und nachvollziehbar.

Darüber hinaus lassen sich Fitts’s Law und Hick’s Law anwenden, die ebenfalls im Skript behandelt werden.   
Große Schaltflächen reduzieren die Zeit zur Zielerreichung (Fitts’s Law),   
und die begrenzte Anzahl an Auswahlmöglichkeiten minimiert die Entscheidungszeit (Hick’s Law).   
Beide Prinzipien tragen zur Ergonomie und Bedienbarkeit des Spiels bei.

Die dort aufgeführten GOMS-Heuristiken regen an, wiederkehrende Operatorfolgen zu strukturieren, um unnötige Methodenwechsel zu vermeiden (vgl. Deegener, 2025, S. 125–127). Die Eingabelogik des Color Memory Game folgt diesem Ansatz durch konsistente Tastatureingaben, kurze Fokuswege und klare Auswahlregeln, sodass der Übergang zwischen Merken, Eingeben und Kontrollieren ohne Kontextwechsel gelingt.

Die im Skript beschriebenen Konzepte des Gulf of Execution und des Gulf of Evaluation verdeutlichen, dass mentale Modelle nur dann wirksam werden, wenn Systemzustände transparent und Zielhandlungen eindeutig abbildbar sind (vgl. Deegener, 2025, S. 120–121). Das Spiel reduziert diese Distanzen gezielt: Die Start- und Prüfschaltflächen liegen direkt im Aktionsfeld, und die Wortanzeige spiegelt den Systemzustand jederzeit farblich wider.

## 2.5 Usability und mentale Belastung

Deegener beschreibt Usability als das Maß, in dem ein Produkt effektiv, effizient und zufriedenstellend genutzt werden kann.   
Das Color Memory Game berücksichtigt diese Anforderungen durch klare Rückmeldungen, konsistente Gestaltung und geringe kognitive Belastung.

Die Benutzeroberfläche folgt den Grundsätzen der Dialoggestaltung: Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Steuerbarkeit und Fehlertoleranz.   
Die Informationsmenge auf dem Bildschirm ist begrenzt, wodurch die extrinsische kognitive Belastung reduziert wird.   
Das Spiel nutzt multimodales Feedback – visuell und auditiv – um unterschiedliche Wahrnehmungskanäle anzusprechen,   
was laut Skript die Gedächtnisleistung und Motivation verbessert.

Auch die Empfehlung, Antwortzeiten unter einer Sekunde als unmittelbar erfahrbar zu halten, wird berücksichtigt (vgl. Deegener, 2025, S. 118). Die Zeitmessung skaliert mit der Rundenzahl, damit Reaktionsfenster weder hektisch noch träge wirken und Nutzende ihre Eingaben ohne vermeidbare Wartezeiten validieren können.

Das Skript weist ausdrücklich auf die Gefahr kognitiver Überlastung bei zu vielen parallelen Aufgaben und überfrachteten Dialogen hin (vgl. Deegener, 2025, S. 116). Entsprechend begrenzt das Spiel bewusst die Anzahl aktiver Elemente pro Bildschirm und blendet während der Merken-Phase alle irrelevanten Kontrollen aus.

# 3. Konzept und Implementierung

Das Color Memory Game wurde in der Programmiersprache Python unter Verwendung der GUI-Bibliothek CustomTkinter entwickelt.   
Das System ist modular aufgebaut und trennt die Spiellogik von der Präsentationsebene.   
Wichtige Komponenten sind die Steuerung der Spielrunden, die Zeitmessung, das Feedback-System und die Highscore-Verwaltung.

Der Einsatz von Farben, Animationen und auditiven Signalen ist nicht rein ästhetisch motiviert,   
sondern folgt den im Skript behandelten ergonomischen Prinzipien.   
Beispielsweise dient die Farbänderung der Hintergrundfläche als Form des dynamischen Feedbacks,   
um die Aufmerksamkeit der Nutzerinnen und Nutzer gezielt zu steuern.   
Die klare Struktur und Begrenzung der Bedienelemente sorgt für eine niedrige kognitive Belastung   
und verhindert visuelle Überforderung.

3.1 Benutzeroberfläche und Interaktionsfluss

Für den Rückkanal kombiniert das Spiel visuelle Signale mit dezenten Audios, wie es die sensorikbezogenen Hinweise des Skripts nahelegen (vgl. Deegener, 2025, S. 20). Farbwechsel und Tonfolgen markieren Erfolg oder Fehler, während Textfeedback zusätzliche Interpretation liefert.

Der Interaktionsfluss knüpft an die sieben Handlungsschritte nach Norman an (vgl. Deegener, 2025, S. 119). Jede Runde bietet einen klaren Zielzustand, eine vorbereitete Eingabemöglichkeit und eine explizite Bewertung, wodurch der Gulf of Execution und der Gulf of Evaluation jeweils klein bleiben.

Die Anordnung der Hauptelemente folgt den im Skript beschriebenen Gestaltungsrichtlinien für zielgerichtete Positionierung: häufig genutzte Bedienelemente werden großflächig und auf einer Ebene platziert, um die nach Fitts angesprochenen Wegezeiten zu minimieren (vgl. Deegener, 2025, S. 128–129). Die Trennung zwischen Wortanzeige und Eingabebereich schafft visuelle Gruppen, die dem Gesetz der Nähe entsprechen.

3.2 Technische Umsetzung

Die Implementierung nutzt ein ereignisorientiertes Architekturmodell: Ein zentrales Spielobjekt verwaltet Sequenzen, Timer und Highscores, während die Oberfläche ausschließlich auf Ereignisse reagiert. Diese Entkopplung ermöglicht es, Präsentationsdetails anzupassen, ohne kognitive Abläufe zu verändern – ein Aspekt, den das Skript unter dem Stichwort Konsistenz betont (vgl. Deegener, 2025, S. 78).

Persistente Daten wie Highscores werden im lokalen Dateisystem abgelegt, damit der Wettbewerbseffekt über mehrere Sitzungen erhalten bleibt. Gleichzeitig werden Nebengeräusche – etwa Musik oder Animationen – optional gestaltet, um gemäß den ergonomischen Empfehlungen eine Balance zwischen Stimulation und Ruhe zu halten (vgl. Deegener, 2025, S. 116).

# 4. Analyse nach HCI-Prinzipien

Das System lässt sich anhand der im Vorlesungsskript genannten Gestaltungsprinzipien bewerten.   
Es erfüllt zentrale Anforderungen an effektive Mensch-Computer-Interaktion:

- \*\*Wahrnehmungsgerechte Gestaltung:\*\* Klare Kontraste, ausreichende Schriftgrößen und strukturierte Layouts.   
- \*\*Kognitive Effizienz:\*\* Begrenzung der Informationsmenge, sukzessive Steigerung der Schwierigkeit.   
- \*\*Unmittelbares Feedback:\*\* Farb- und Tonrückmeldungen ermöglichen eine schnelle Bewertung der eigenen Handlung.   
- \*\*Fehlertoleranz:\*\* Falsche Eingaben führen nicht zum Abbruch, sondern zu einer erklärenden Rückmeldung.   
- \*\*Motivation:\*\* Das Highscore-System stärkt den spielerischen Wettbewerb und fördert die Lernmotivation.

# 5. Evaluation und Reflexion

Aus theoretischer Sicht kann das Color Memory Game als prototypische Umsetzung der in der Lehrveranstaltung dargestellten Prinzipien verstanden werden.   
Die klare Rückmeldung, die Reduktion auf wesentliche Informationen und die Orientierung an Wahrnehmungs- und Gedächtnismodellen   
machen das System zu einem Beispiel für gelungene benutzerzentrierte Gestaltung.

Für eine empirische Evaluation könnten nach dem Skript Kriterien wie Effektivität (Erfolgsquote), Effizienz (Bearbeitungszeit)   
und Zufriedenheit (subjektive Bewertung) herangezogen werden.   
Auch qualitative Beobachtungen, wie etwa das Nutzerverhalten während der Eingabephasen,   
würden Aufschluss über die Passung zwischen mentalem Modell und Systemverhalten geben.

Zusätzlich sollten qualitative Interviews die wahrgenommene mentale Belastung erfassen, um Hinweise auf mögliche Überforderung zu gewinnen (vgl. Deegener, 2025, S. 116). Auf dieser Basis ließen sich UI-Anpassungen gezielt priorisieren – beispielsweise durch adaptive Rundendauer oder alternative Feedback-Formen für unterschiedliche Nutzerprofile.

Für eine heuristische Evaluation bieten sich die drei Kernkennzahlen Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit an, die das Skript als Leitgrößen der Gebrauchstauglichkeit hervorhebt (vgl. Deegener, 2025, S. 112). Effektivität lässt sich etwa über die maximal erreichte Rundenzahl pro Versuch bestimmen, Effizienz über die benötigte Eingabezeit, und Zufriedenheit über Kurzfragebögen unmittelbar nach einer Session.

# 6. Fazit

Das Color Memory Game zeigt in komprimierter Form, wie die im Vorlesungsskript behandelten theoretischen Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion   
in eine praxisnahe Anwendung überführt werden können.   
Die Gestaltung orientiert sich an Prinzipien der Wahrnehmung, des Gedächtnisses und der Handlungssteuerung.   
Durch klare Strukturen, unmittelbares Feedback und gezielte Reduktion der Informationslast entsteht eine Anwendung,   
die sowohl lehrreich als auch benutzerfreundlich ist.

Damit erfüllt das Projekt den Anspruch der HCI, Systeme so zu gestalten, dass sie sich an den kognitiven,   
sensorischen und psychologischen Eigenschaften des Menschen orientieren.   
Das Color Memory Game ist somit ein Beispiel für die erfolgreiche Verbindung von Theorie und praktischer Umsetzung im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion.

# 7. Quellenverzeichnis

Deegener, M. (2025). \*Human Computer Interaction\*. Vorlesungsskript, Frankfurt University of Applied Sciences.