

KI als Tutor für physikalisches Problemlösen: Der Einfluss von Role-, Goal- und Context-Prompts auf das Antwortverhalten von ChatGPT

Ioana Cezara Lazar, Dr. Marco Seiter, Prof. Dr. Heiko Krabbe

Didaktik der Physik, Ruhr-Universität Bochum

Einleitung

- Problemlösen im Physikunterricht:** Mehrphasiger Prozess verankert im Basismodell von Oser & Baeriswyl^[1] (s. Abb.1); gezielte Durcharbeiten der Problemlösephasen (PLP) zentral für Lernwirksamkeit^[1]
- Lehrerstrategie im Basismodell: Phasenspezifische metakognitive Hinweise (MH) als Impulse zur Unterstützung des mehrphasigen Problemlöseprozesses^[2] (s. Abb.1)
 - Überwachung, Regulation & Reflexion eigener Denkprozesse^[2]
- KI im Bildungsbereich:** LLMs wie ChatGPT ermöglichen dialogorientierte Lernbegleitung; ihr didaktisches Potenzial zur Förderung von Problemlöse- und metakognitiven Prozesse an Stelle von direkter Lösungsbereitstellung ist jedoch noch offen
- Kann KI diese als Tutor berücksichtigen?**
- Forschungsstand:** KI gibt direkt Lösungen, Lernenden erwarten Lösungen durch KI, Überspringen von Orientierungs- und Planungsphasen durch KI → Hohe Relevanz der Promptgestaltung^[3]
- Role-Goal-Context-Prompting (RGC) als Schlüssel zur lernwirksamen KI-Interaktion:** RGC-Prompting^[4] eignet sich zur Gestaltung von ChatGPT als lernförderlicher KI-Tutor beim physikalischen Problemlösen

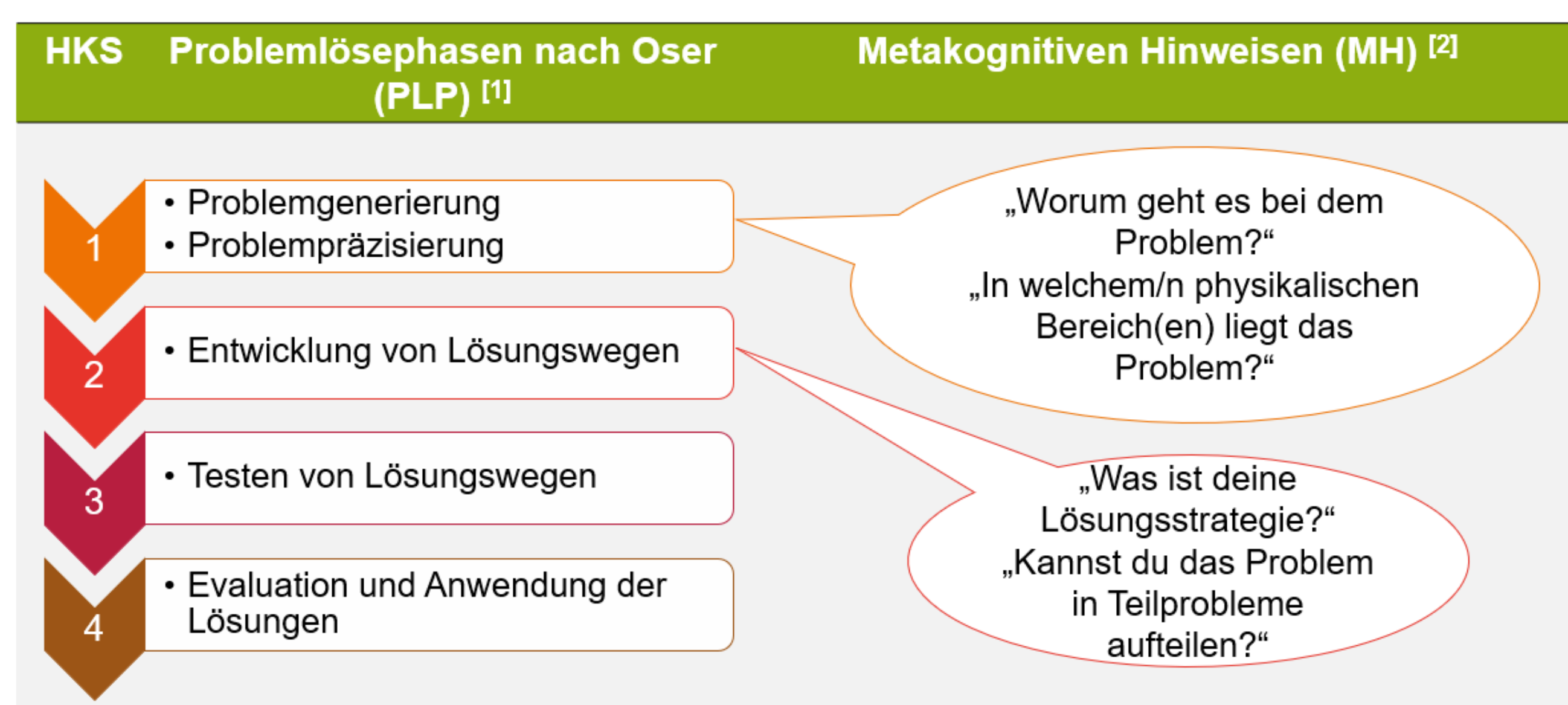


Abb. 1: Basismodell des Problemlösens nach Oser & Baeriswyl^[1] mit phasenspezifisch zugeordneten Bsp. metakognitiver Hinweise nach Mazorodze & Reiss^[2].

- Inwieweit verändert sich die Lösungsorientierung der Antworten von ChatGPT (direkte Lösungsvorschläge vs. prozessorientierte)?
- Inwieweit verändert sich die Struktur des Problemlöseprozesses in den ChatGPT Antworten?
- Inwieweit verändert sich der Umfang metakognitiver Unterstützung?

Methodik

- Problemstellung:** Bestimmung einer unbekannten Masse mittels Hooke'schen Gesetz^[5] curricular relevant und geeignet zur Analyse der ersten drei Problemlösephasen
- Qualitativ-explorativer Fallvergleich:** Simulationsdialog mit standardisiertem Schülerprototyp mit typische Schülerschwierigkeiten^[6]
 - vergleichbare, kontrollierte Interaktionen
- Auswertung:** qualitative Inhaltsanalyse^[6] mit MAXQDA

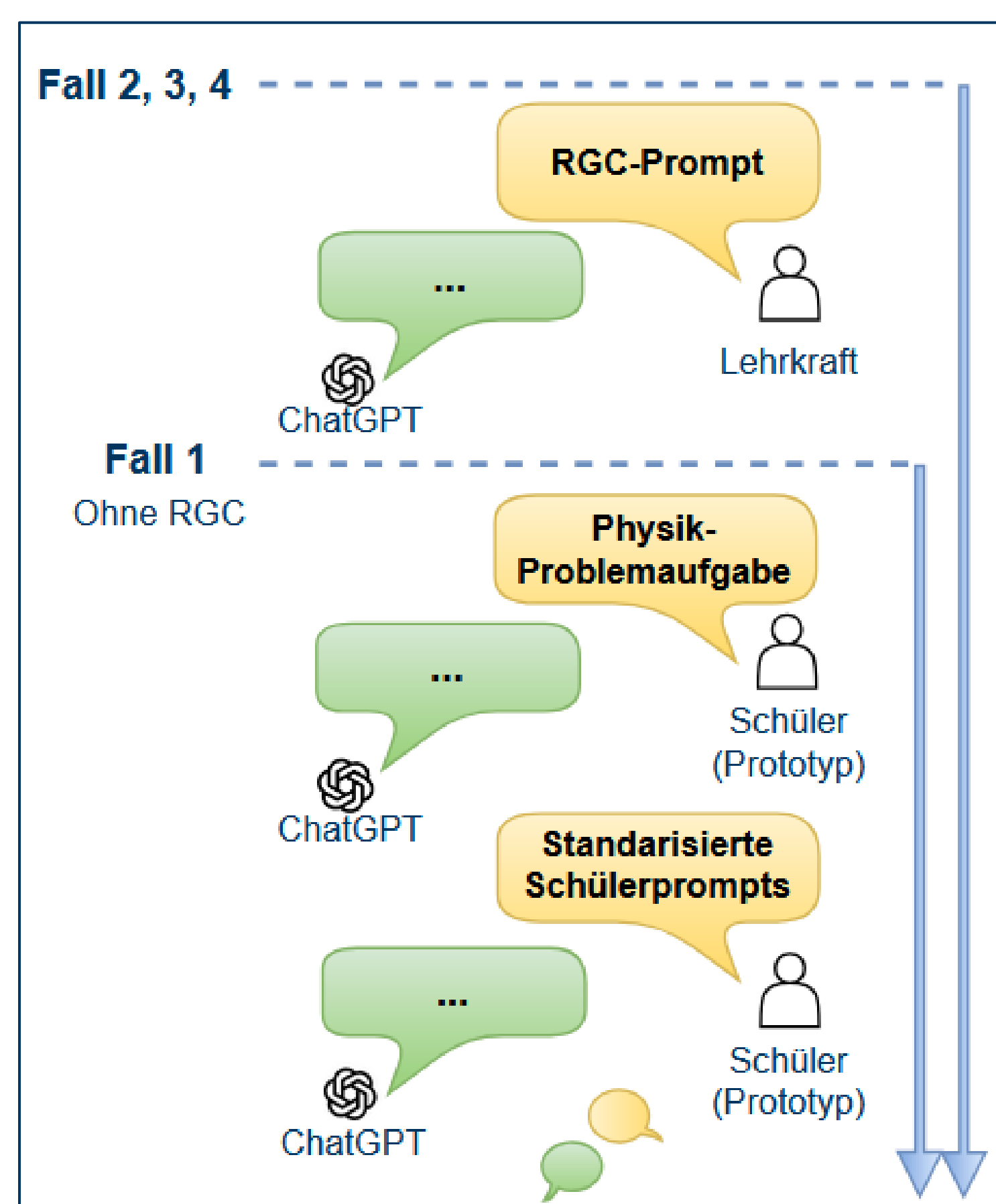


Abb. 2: Dialogverläufe der 4 Simulationsfälle zwischen Lehrkraft, ChatGPT & Schülerprototyp. Fall 1 beginnt direkt mit dem Schülerprototyp (Baseline), während die Fälle 2–4 mit einer Prompt-Eingabe der Lehrkraft starten.

4 Fälle:

- Fall 1: Baseline (BL) ohne Prompt
- Fälle 2–4 mit RGC-Prompt:
 - Rolle:** freundlicher Physik-Tutor ohne direkte Lösungen
 - Ziel:** Förderung von Problemlösekompetenz
 - Kontext:** PLP (F2), MH (F3) oder PLP & MH (F4)

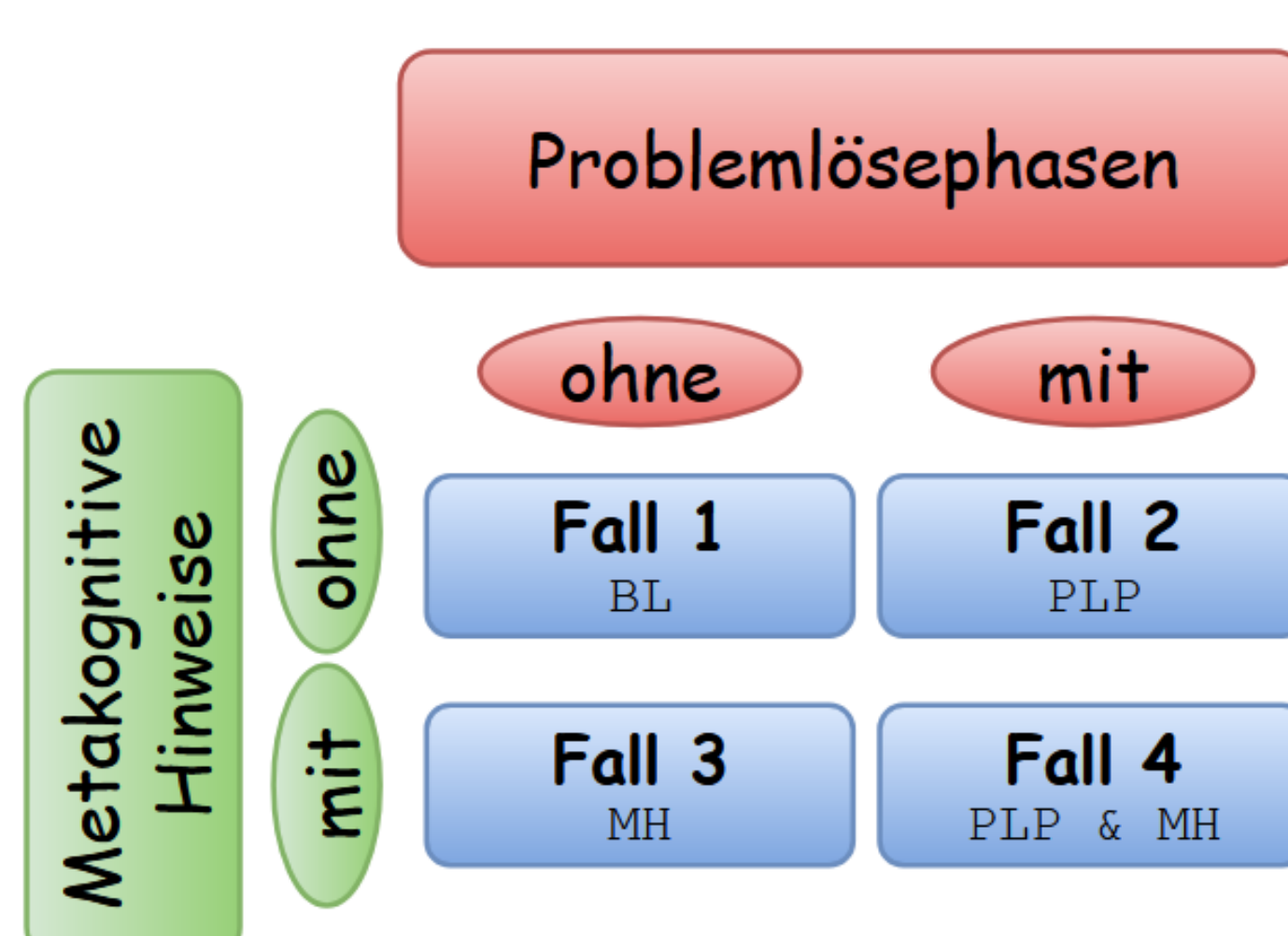


Abb. 3: Kontext-Variation des RGC-Prompts im 2x2-Design

Literaturverzeichnis

- [1] Oser, F., & Baeriswyl, F. J. (2001). Choreographies of teaching: Bridging instruction to learning. In V. Richardson (Hrsg.), Handbook of Research on Teaching. AERA.
- [2] Mazorodze, R., & Reiss, M. J. (2019). Cognitive and metacognitive problem-solving strategies in post-16 physics: A case study using action research.

- [3] Contel, F., & Cusi, A. (2025). Investigating the role of ChatGPT in supporting metacognitive processes during problem-solving activities. Digital Experiences in Mathematics Education, 11, 167–191.
- [4] Tabatabaian, M. (2024). Prompt engineering using ChatGPT. Mercury Learning.
- [5] Kechel, J.-H. (2016). Schülerschwierigkeiten beim eigenständigen Experimentieren. Logos Verlag.
- [6] Kuckartz, U. (2018). Qualitative Inhaltsanalyse (4. Aufl.). Beltz Juventa.

Ergebnisse

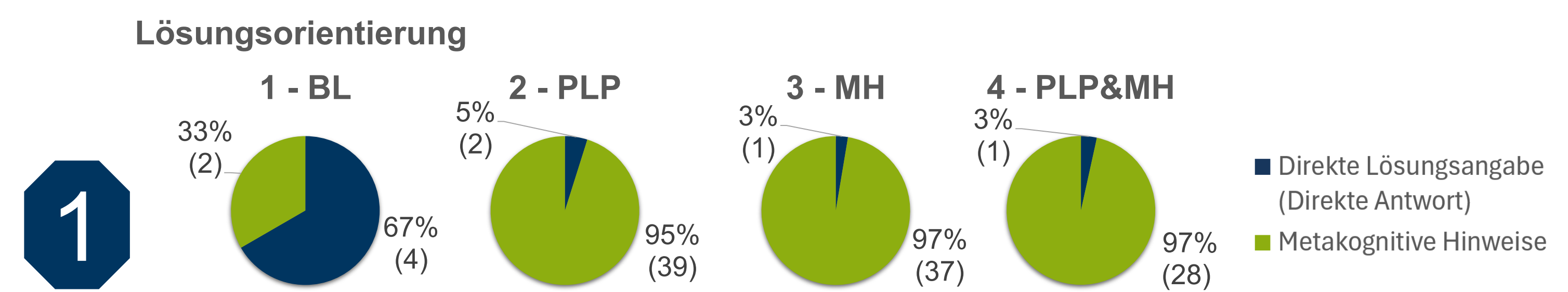


Abb. 4: Vergleich der Häufigkeiten direkter Lösungsvorschläge und metakognitiver Hinweise in der Kategorie „Lösungsorientierung“ von ChatGPT über alle vier Simulationsfälle.

- RGC-Prompting (Fälle 2–4) → deutliche Reduktion direkter Lösungsvorschläge gegenüber Baseline (Fall 1)
- Tutorrolle allein (Fälle 2–4) beeinflusst bereits die metakognitive Ausrichtung der Interaktion → auch ohne explizite metakognitive Hinweise (Fall 2: Fokus PLP)
- Direkte Lösungsvorschläge in Fällen 2–4 nur bei explizit geäußelter Schülerunsicherheit

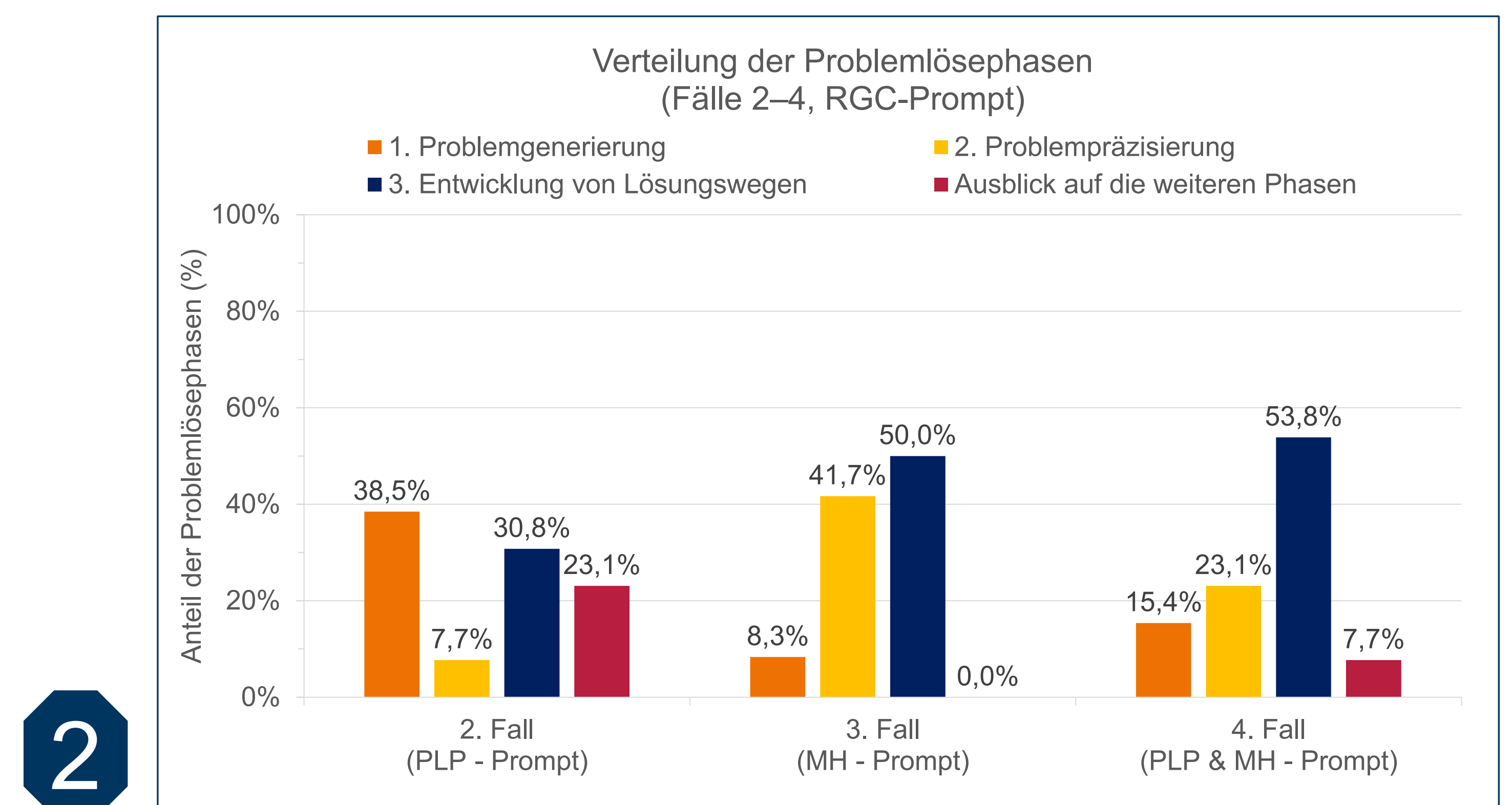


Abb. 5: Verteilung der Problemlösephasen im Dialogverlauf von ChatGPT in den Simulationsfällen 2–4, dargestellt als relative Häufigkeiten codierter Segmente (in %).

- Baseline (Fall 1): fehlende Phasenstruktur
- RGC-Schwerpunktsetzung steuert die Struktur des Problemlöseprozesses deutlich
- Explizite Phasenvorgabe (Fälle 2 & 4) → systematische und klar erkennbare Durcharbeitung der Problemlösephasen
- MH o. Phasenvorgabe (Fall 3) führen auch zu einer impliziten Phasendurcharbeitung → unterstützende Funktion bei der Strukturierung der Problemlösung

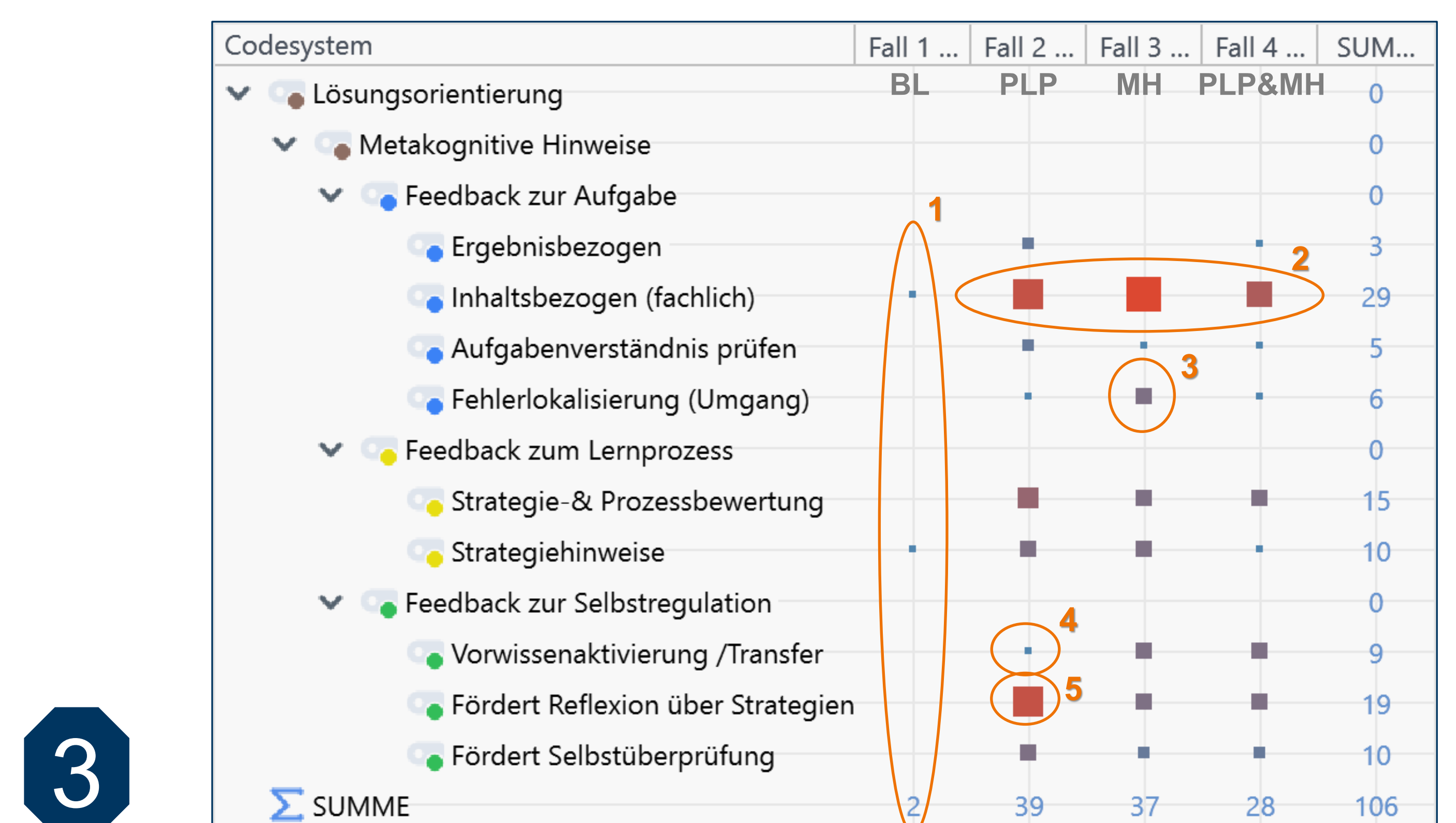


Abb. 6: Vergleich der Art und Häufigkeit metakognitiver Hinweise in den vier Simulationsfällen mit Hervorhebung markanter Unterschiede.

- Gesamtvergleich:** Mit RGC-Prompting (Fälle 2–4) deutlich höhere Häufigkeit und Vielfalt metakognitiver Unterstützung als ohne (Fall 1) → 1
- Gemeinsamer Schwerpunkt** mit RGC-Prompting (Fälle 2–4): MH überwiegend auf Aufgabenebene → 2
- Fall 3 (nur MH): verstärkte metakognitive Aktivierung der Fehlerlokalisierung → 3
- Fall 2 (nur PLP): geringere Vorwissensaktivierung → 4, dafür ausgeprägte Strategiereflexion → 5

Fazit & Ausblick

RGC-Prompting kann das Antwortverhalten von ChatGPT im physikalischen Problemlösen gezielt steuern:

- Vorgabe einer Tutorrolle fördert reflexionsorientierte statt lösungsdirekte Interaktion.
- Klar definierte Problemlösephasen unterstützen eine systematische Bearbeitung der Aufgaben.
- Metakognitive Hinweise fördern eine prozessorientierte und lernunterstützende Interaktion.

Zukünftige Arbeiten könnten den Einsatz von Prompts im Unterricht, deren Einfluss auf Problemlösekompetenzen und die langfristige effektive Integration KI-basierter Tutorsysteme in Lernumgebungen untersuchen.