

Kohärente Planung von Experimenten im Chemieunterricht

Adrian Schumacher & Prof. Dr. Katharina Groß · Universität zu Köln · Institut für Chemiedidaktik



Phase 1 · Theoretische Fundierung

Phase 2 · Erhebung (N = 163)

Phase 3 · Auswertung & Bedarfe

Phase 4 · Intervention

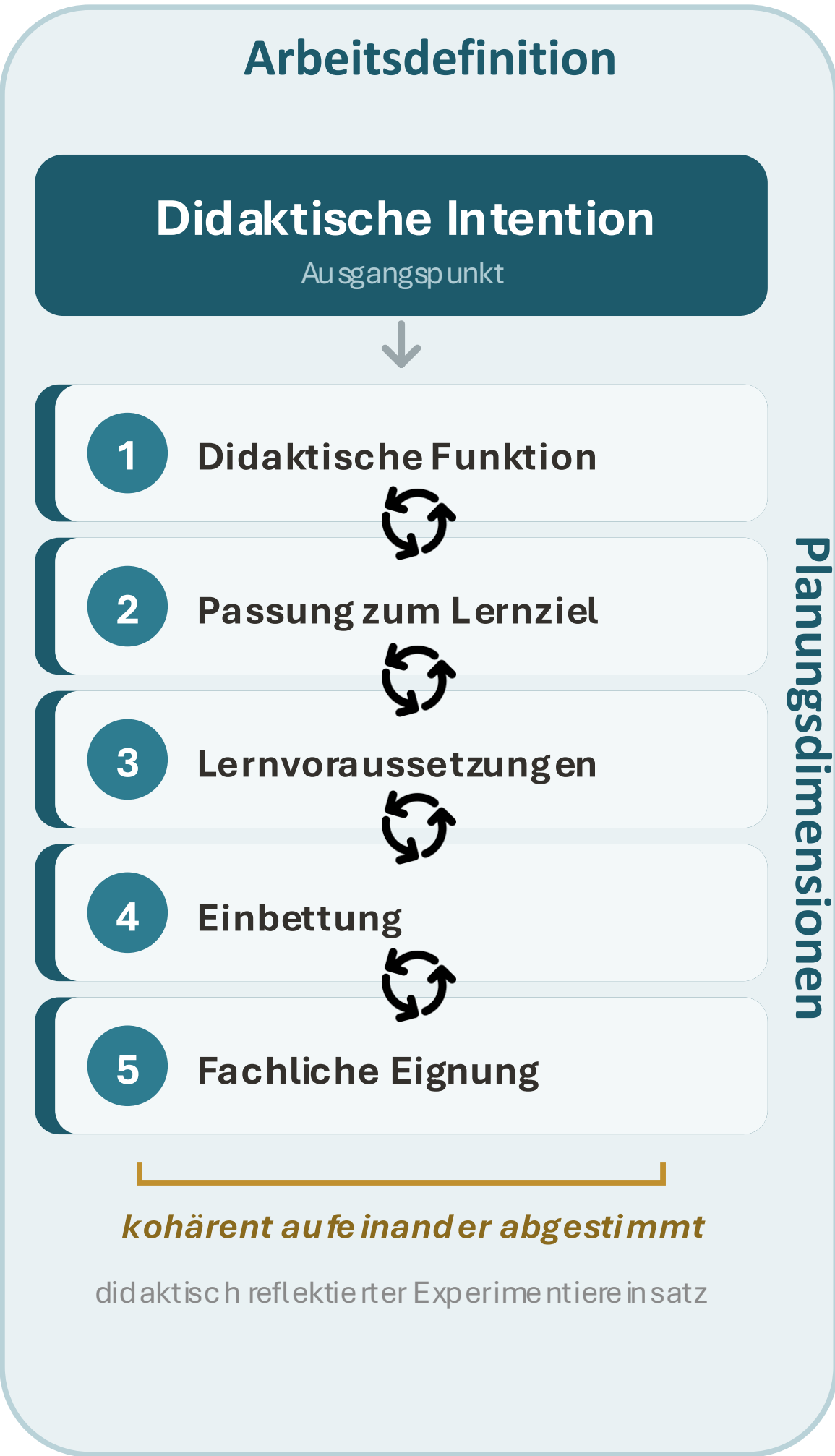
Theoretische Grundlegung

Das Experiment stellt ein Kernelement des Chemieunterrichts dar. Seine bloße Durchführung führt jedoch nicht automatisch zu einem Lernzuwachs bei Schüler*innen [1]; lernförderlich wird der Einsatz von Experimenten vielmehr durch eine gezielte, didaktische Einbettung, bei der Planungsentscheidungen, die Funktion des Experiments, die angestrebten Lernziele und die Einbindung in den Unterrichtsgang kohärent aufeinander abgestimmt werden (vgl. Arbeitsdefinition) [2,3,4,5,6].

Ein solches abgestimmtes Planungshandeln kann als didaktisch reflektierter Experimentiereinsatz verstanden werden. Das hierfür notwendige Professionswissen (PRCK) setzt sich sowohl aus dem fachmethodischen Wissen über das Schulexperiment (CK), als auch aus den fünf Planungsdimensionen (cPCK) zusammen [vgl. 7]. Leitend ist dabei die Annahme, dass erst ihre Vernetzung im Planungshandeln (ePCK) wirksam werden kann und Lehrende zu einer reflektierten und für die Schüler*innen lernförderlichen Planung befähigt [8].

Wie Lehrkräfte bei einer so verstandenen vernetzten Planung von Experimenten tatsächlich vorgehen, ist bislang wenig untersucht. Zugleich verweisen empirische Studien darauf, dass Lehrkräfte das Experimentieren primär aus der Perspektive der Handlungsplanung denken, während die Wissensideevermittlung nicht explizit geplant wird [9]. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen soll deshalb die experimentierbezogene Planungskompetenz von Chemielehrkräften untersucht werden, um langfristig Fördermöglichkeiten für die universitäre Lehrer*innenbildung ableiten zu können. Folgende Forschungsfragen leiten die Untersuchung:

- FF1: Wie gestalten Chemielehrkräfte die Planung von Experimentiereinsätzen im Unterricht und welche wahrgenommenen Herausforderungen treten dabei auf?
FF2: In welchem Ausmaß verfügen Chemielehrkräfte über Wissen zu zentralen Aspekten eines didaktisch-reflektierten Experimentiereinsatzes im Chemieunterricht?
FF3: Wie bewerten Chemielehrkräfte die Bedeutung experimentierbezogener Kompetenzen für die Lehrer*innenbildung?



Methode & Stichprobe

Forschungsfrage 1 fragt nach dem Planungshandeln und den dabei erlebten Herausforderungen. Dazu werden insgesamt 69 Items erhoben, die die Selbsteinschätzung des Wissens über Experimente, die Intention, die Kohärenz der Planungsentscheidungen, die wahrgenommene Planungssicherheit sowie die berichteten Schwierigkeiten erheben

Online-Befragung (LimeSurvey) · Lehrer*innen der Sek I/II in NRW

5-stufige Likert-Skala und Freitextfelder
pilottiert · Attention-Check · Quantitative Auswertung in R · explorativ [10-13]

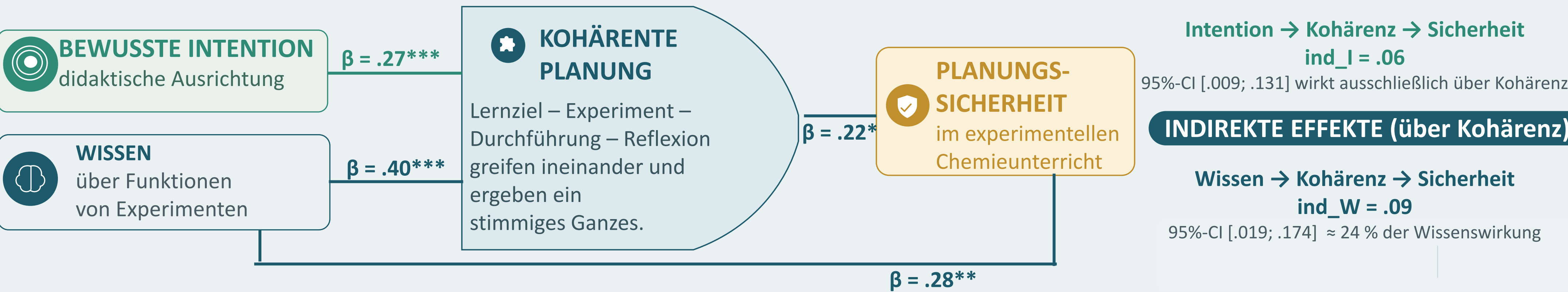
N = 163
bereinigt

M = 44 J. · 86 % (auch) Sek II
58 % experimentieren „öfters“
56 % Gymnasium · 29 % Gesamtschule

Skala	α	M (SD)
Deklaratives Wissen über Experimente	.76	4.39 (.47)
Bewusste Intention	.68	3.96 (.58)
Kohärenz d. Entscheidungen	.63	4.17 (.56)
Planungssicherheit	.78	3.86 (.69)

[+ Einzelitems: Routine, Rahmenbedingungen, Ausbildung, Beliefs]
n = 147 für Zusammenhangs-/Mediationsanalysen (vollständige Fälle)

KOHÄRENZ ALS VERBINDENDES ELEMENT



$\chi^2(1) = 1.38, p = .24$
⇒ Ein direkter Effekt der Intention auf die Sicherheit wird nicht benötigt.

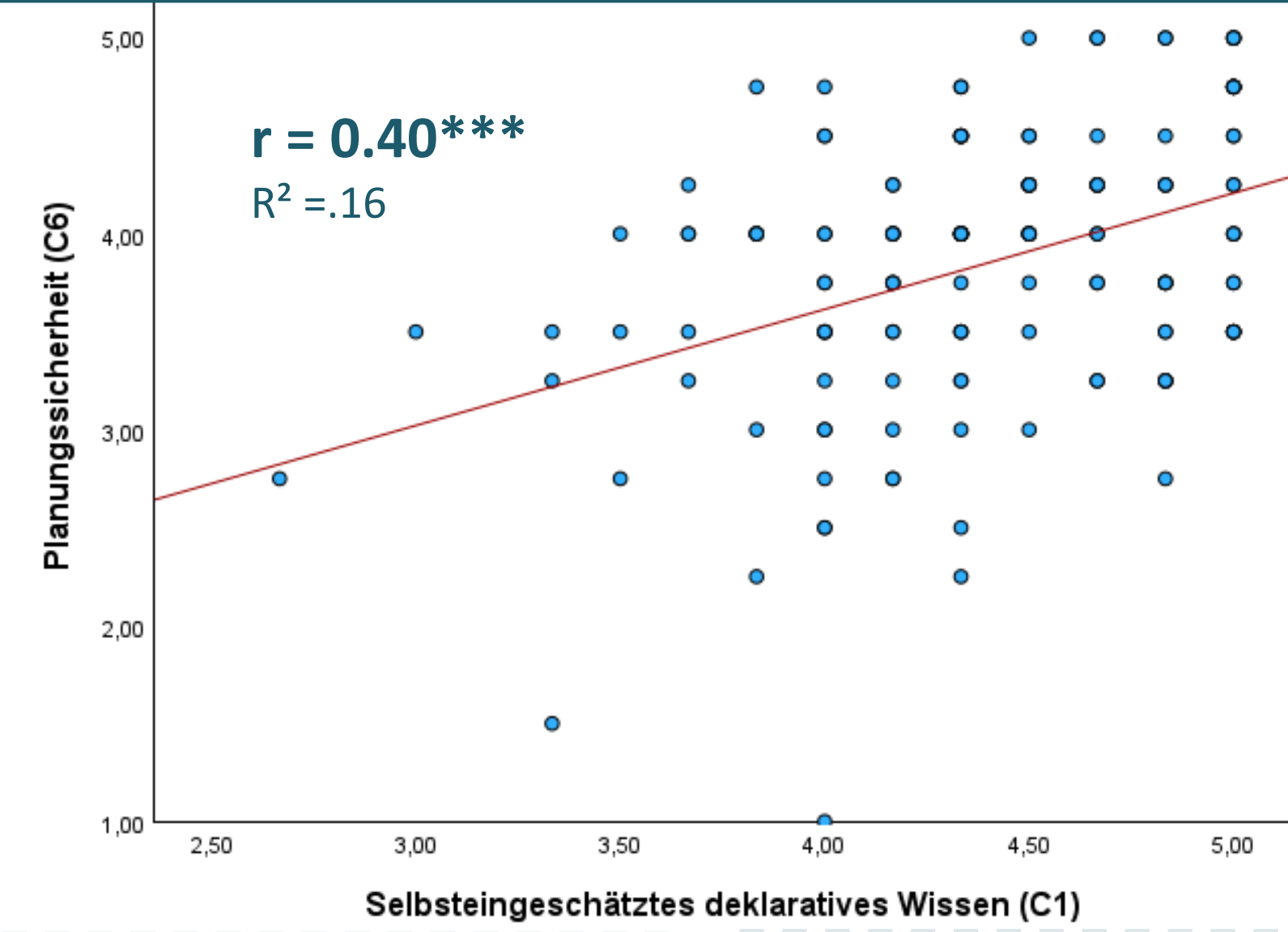
Kernaussage

Wissen und Intention wirken nicht unabhängig: erst ihre kohärente Vernetzung geht mit Sicherheit einher.

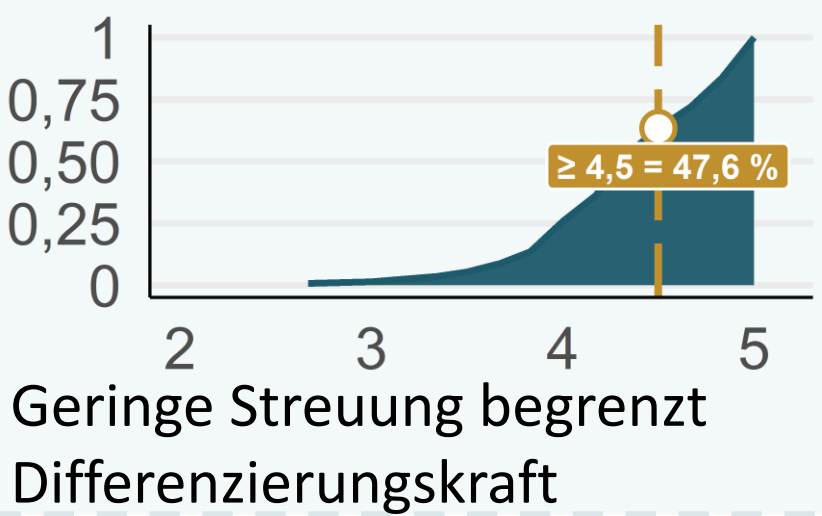


ERGEBNISSE

Hohes Wissen ≠ hohe Planungssicherheit
Zusammenhang zwischen Wissen über Experimente und der Planungssicherheit



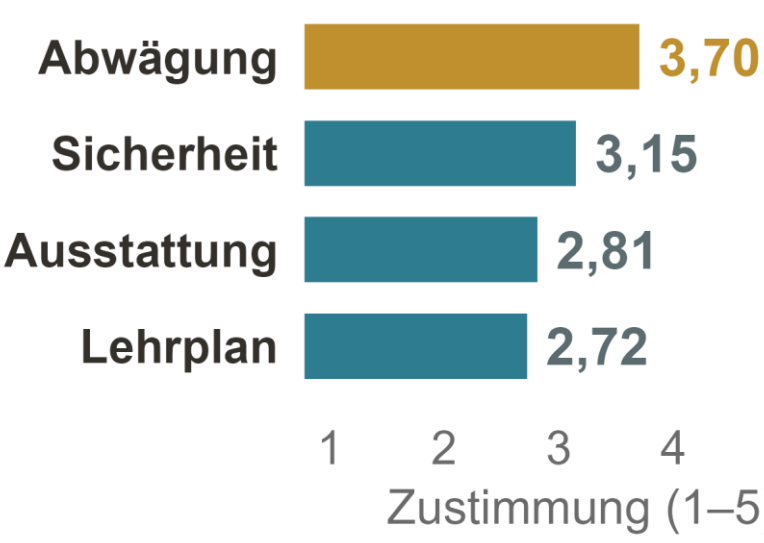
Deckeneffekt beim Wissen



Es besteht ein signifikant positiver Zusammenhang ($r = .40$). Das deklarative Wissen erklärt jedoch nur 16 % der Unterschiede in der Planungssicherheit.
→ **Wissen ist Voraussetzung, aber kein alleiniger Prädiktor.**

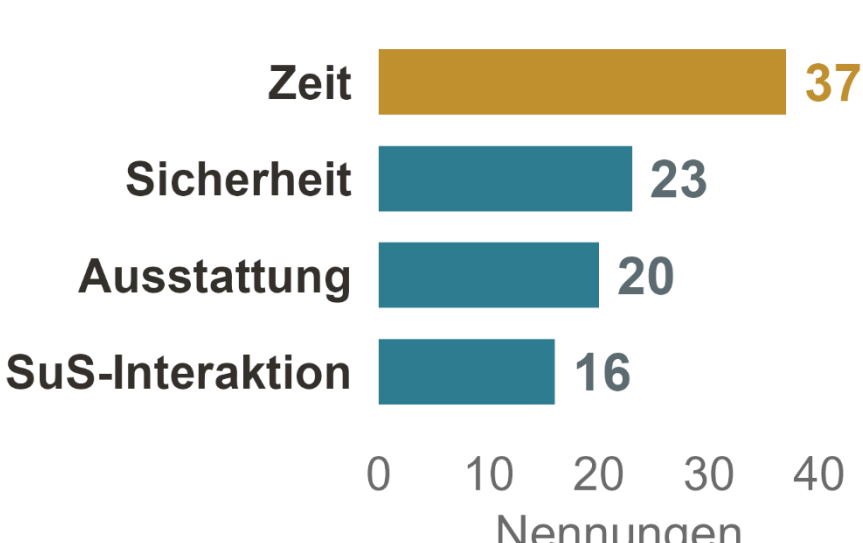
Berichtete Schwierigkeiten bei der Planung von Experimenten

Quantitativ erhoben



Abwägung = fachliche Passung vs. Organisatorischer Machbarkeit

Freitextantworten



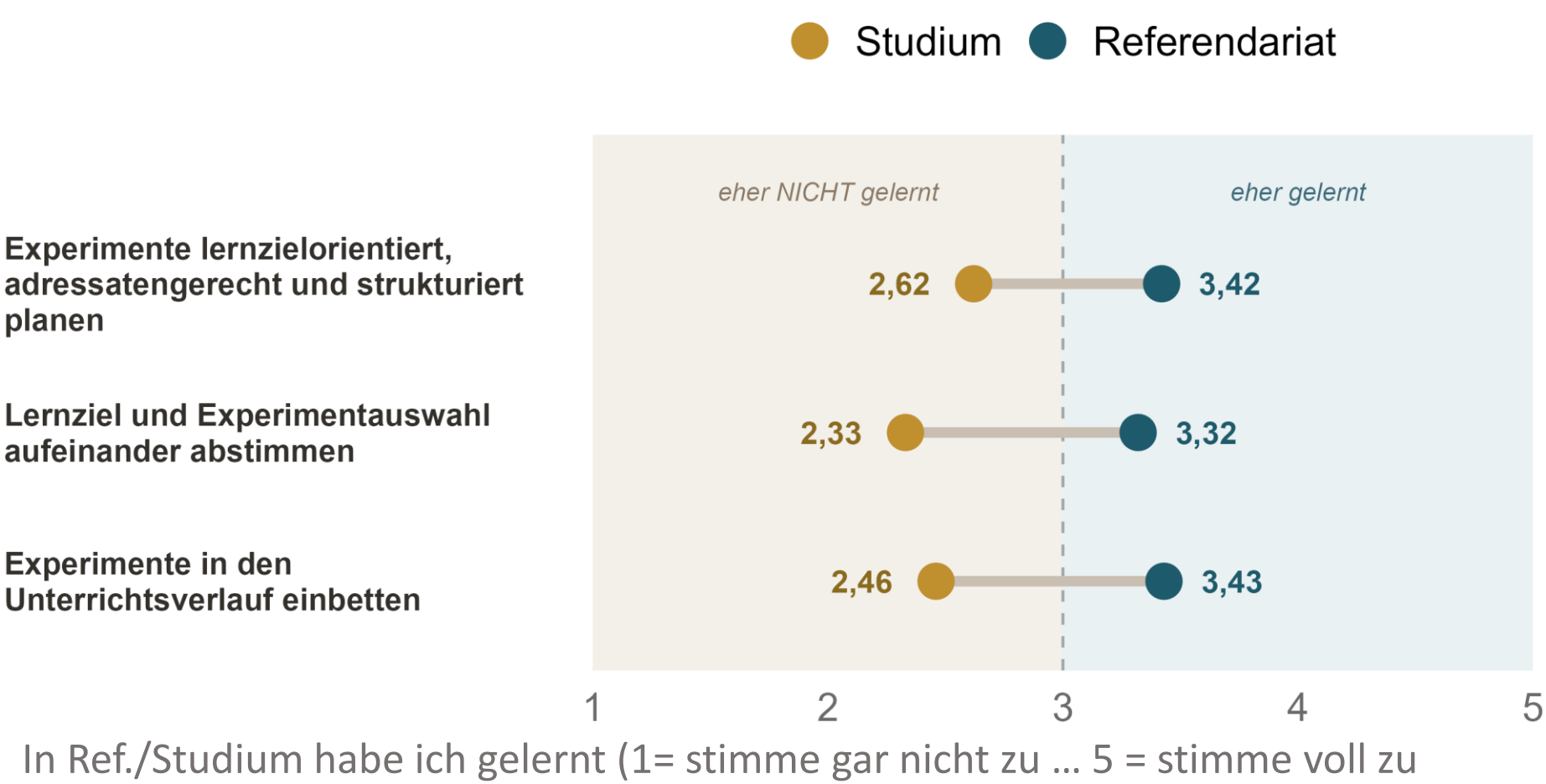
Zeit = org. Aufwand, Vorbereitung, zeitliche Einbettung

Beide Zugänge weisen auf einen gemeinsamen Kern hin:
Im Zentrum steht die Abwägung zwischen fachlichem Anspruch (Lernziel) und organisatorischer Machbarkeit

„Einklang von Lernziel und Experiment, Differenzierung, Sicherheit gewähren bei herausfordernden Schüler:innen.“ (P160)
„Die Planung der Sicherungsphase sowohl zeitlich als auch inhaltlich (tiefgehende Deutung statt nur phänomenologisches Staunen).“ (P159)

Quantitativ: N=163; n=152; Freitext n=82; Nennung (absolut)

Wahrgenommene Entwicklungsbedarfe in der Lehrkräfte(aus)bildung zum Einsatz von Experimenten



„Ich halte es für wichtig, dass angehende Chemielehrkräfte bereits im Studium lernen, Experimente lernzielorientiert, adressatengerecht und strukturiert zu planen.“

92 %
n = 145

„mehr Experimente kennenlernen und klarerer Bezug zum didaktischen Ziel des jeweiligen Experiments, bzw. die unterschiedlichen Anpassungsmöglichkeiten (mit Beispielen)“. (P55)

„[...] mehr Experimentalstunden als Beispiele durchsprechen“. (P15)

EINORDNUNG & KONSEQUENZEN

Einordnung der ersten Ergebnisse zur Forschungsfrage 1 und Ausblick

Zwar besteht ein positiver Zusammenhang zwischen selbsteingeschätztem Wissen und wahrgenommener Planungssicherheit ($r = 0.4, p < 0.001$), das Wissen bindet jedoch nur 16 % der Varianz ($R^2 = .16$), sodass hohes Wissen nicht zwangsläufig mit hoher Planungssicherheit einhergeht. Die berichteten Schwierigkeiten hängen entsprechend weniger mit fehlendem Wissen zusammen, als mit dem Abwägen zwischen fachlichem Anspruch und organisatorischer Machbarkeit. Auch im Mediationsmodell hängen Wissen und Intention nicht unabhängig mit der Planungssicherheit zusammen. Diese Ergebnisse fügen sich in den Forschungsstand. Dass die berichteten Schwierigkeiten weniger im Wissen als in den Rahmenbedingungen liegen, deckt sich mit Tsakeni [14], wonach fehlende Materialien, Kosten und Zeit die praktische Umsetzung begrenzen.

Dass die eigentliche Anforderung im kohärenten Zusammenführen liegt, steht im Einklang mit Ottander und Grelsson [15], die beschreiben, dass Ziele, Anleitung und Bewertung bei der Planung von Laborarbeit gemeinsam betrachtet werden müssen. Und Großmann et al. [8] zeigen, dass gerade diese Integration verschiedener Planungsaspekte empirisch bislang kaum betrachtet wird, während sich die Lehrkräftebildung vorrangig auf konzeptuelles Wissen richtet. Die vorliegenden Daten konkretisieren dies für diesen Experimentiereinsatz: Die wahrgenommene Planungssicherheit hängt nicht allein mit dem Wissensbestand zusammen, sondern mit dessen kohärenter Vernetzung. Das Poster bildet einen Ausschnitt der gesamten Erhebung ab; auszuwerten sind das erhobene Planungsvorgehen sowie eine latente Modellierung, die das hier explorativ gezeichnete Muster prüft.

Für die universitäre Lehrkräftebildung ergibt sich daraus ein Ansatzpunkt: Die Lehrkräfte verorten den größten rückblickenden Bedarf gerade beim kohärenten Zusammenführen, und 92 % halten es für wichtig, dies bereits im Studium zu erlernen. Da nicht erhoben wurde, was in der Ausbildung tatsächlich vermittelt wurde, bleibt offen, ob dieser Bedarf auf fehlende Vermittlung, mangelnde Anschlussfähigkeit oder erst in der Praxis entstehende Relevanz verweist. Diese Frage ist Gegenstand der weiteren Auswertung.

Literatur: [1] Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. [2] Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553. [3] Seiler, F. (2021). Entwicklung und Evaluation eines Seminarkonzepts zur Förderung der experimentellen Planungskompetenz von Lehramtsstudierenden im Fach Chemie. [4] Pfangert-Becker, U. (2010). Das Experiment im Lehr- und Lernprozess. *Praxis der Naturwissenschaft* 59(6) S. 40–42. [5] Akuma, F. V., & Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 619–648. [6] Gericke, N., Högström, P., & Wallin, J. (2023). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*, 59(2), 245–285. [7] Carlson, J., Daehler, K. R., et al. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.) *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science*. Springer. [8] Großmann, L., Koberstein-Schwarz, M., Scholl, D., Krüger, D., & Meisert, A. (2025) Establishing common ground in empirical research on science teachers' lesson planning competence: A scoping review. *Studies in Science Education*, 61(2), 329–379. [9] Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical Work: Its Effectiveness in Primary and Secondary Schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055. [10] Döring, N. (2023). Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Springer. [11] Häder, M. (2019). Empirische Sozialforschung: Eine Einführung. Springer Fachmedien. [12] Moosbrugger, H., & Kelava, A. (Hrsg.). (2020). Testtheorie und Fragebogenkonstruktion (3. Aufl.). Springer. [13] Stockemer, D., & Bordeleau, J.-N. (2023). Quantitative Methods for the Social Sciences: A Practical Introduction with Examples in R. Springer. [14] Tsakeni, M. (2021). Preservice Teachers' Use of Computational Thinking to Facilitate Inquiry-Based Practical Work in Multiple-Deprived Classrooms. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1). Ottander, C., & Grelsson, G. (2006). Laboratory work: The teachers' perspective. *Journal of Biological Education*, 40(3), 113–118.

Adrian Schumacher
Universität zu Köln
Herbert-Lewin-Straße 2
50931 Köln
adrian.schumacher@uni-koeln.de

