

# Zusammenfassung

Experimentieren soll als (natur-)wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweise Lehramtsstudierende dazu befähigen, die Generierung von Wissen in ihrer Disziplin nachvollziehen und beurteilen zu können, denn fachliche Kompetenz umfasst mehr als Wissensbestände. Kompetenzorientierung erfordert aktive Lernformen wie *Forschendes Lernen*, um vertieftes Verständnis zu fördern. Doch Forschendes Lernen mit Experimenten ist kognitiv komplex und kann das eigenständige Planen, Überwachen und Bewerten von Lernstrategien, kurzum *Selbstregulation* erfordern. Eine Selbstregulationsförderung konnte die Fähigkeit zum strategischen Experimentieren und Fachwissen im Simulationsexperiment erhöhen. Auch die Nutzung von Tablets kann die Selbstregulation beim Experimentieren fördern. Weiterhin können mit *Tablets erstellte Medien* die Reflexion über das Experiment unterstützen. Es wird daher vermutet, dass *metakognitive und multimediale Unterstützung* im Forschenden Lernen die *Experimentierkompetenz* von Lehramtsstudierenden steigern kann.

Dazu wurde Experimentierkompetenz durch *Personen-* (deklaratives Wissen) und *Prozessvariablen* (prozedurales Wissen) operationalisiert. In einem  $2 \times 2$ -faktoriellen Versuchsplan wurden metakognitive und multimediale Unterstützung quasi-experimentell untersucht. Die Interventionen wurden in einem Laborpraktikum implementiert und der Lernzuwachs von  $N = 63$  Studierenden qualitativ und quantitativ erfasst. Prä- und Posttest umfassten einen papierbasierten Fachwissens- und einen praktischen Experimentiertest, sowie eine Befragung zur Selbstregulation. Die kontraintuitiven Befunde weisen auf einen *höheren Lernzuwachs in der Kontrollgruppe* bei konstanter Selbstregulation hin. Es zeigt sich, dass Experimentieren durch *gestufte Lernhilfen* zum Forschenden Lernen ausreichend instruktionell unterstützt werden kann. Eine weitere Selbstregulationsförderung erhöhte nicht den Lernzuwachs, da es zu einer Konkurrenz der Lernstrategien kommt. Auch Videoprotokolle stellten eine zusätzliche kognitive Belastung dar, konnten aber Kommunikation und Kooperation fördern. Die Wirksamkeit des Forschenden Lernens hängt also stark von den Lernzielen und den Methoden ab.

# Abstract

Experimentation as scientific reasoning enables preservice science teachers to reenact and appraise generation of knowledge in their discipline. Expertise comprises more than just knowledge of a discipline. To generate expertise, a shift from teaching to learning leads to inquiry-based learning, which offers the potential of deep level learning. But *inquiry-based learning* with experiments is a cognitive demanding problem solving procedure, which requires planning, supervising and assessing learning strategies – in short, *self-regulation*. Its promotion provides higher learning gains on knowledge and control-of-variable strategies in simulation-based inquiry tasks. Furthermore, use of tablet-PCs for inquiry learning may enhance self-regulation and the *multimodal reflection* of the inquiry process. Therefore, both *metacognitive and multimedia support* may enhance the promotion of experimentation competency.

A  $2 \times 2$  factorial quasi-experimental design was chosen to investigate the impact of both factors in a nine-week practical laboratory course on *experimentation competency*. A year of  $N = 63$  preservice teachers participated. Experimentation competency was operationalized by *personal and procedural variables* and addressed using pre- and post-test by paper-based tests of knowledge and self-regulation as well as a performance assessment. Quantitative and qualitative data was triangulated and led to consistent, but counter-intuitive results. The control group profited the most from *worked-out examples* with self-explanations resulting in higher competency levels. Mathemathantic effects might explain the detrimental effects in learning when metacognitive support is combined with worked- out examples. The use of tablets might have imposed additional cognitive load, that reduced acquisition of experimentation competency. However, self-regulation was obtained. It is concluded that inquiry-based learning depends strongly on the learning goals and methods. Multimedia and metacognitive support resulted in lower learning gains in experimentation competency, but may serve other important learning goals, such as self-regulation and media literacy. Worked-out examples appeared to promote experimentation competency best.