

Entwicklung eines Informatik-Leitprogramms mit physikalischem Kontext

Einleitung

Die zunehmende Bedeutung digitaler Bildung und globale Herausforderungen wie Klimawandel und Energiekrise erfordern neue Formen der MINT-Bildung. Um disziplinübergreifende zukunftsrelevante Problemlösekompetenzen zu fördern, sind integrative Unterrichtskonzepte entscheidend (Suhr, 2024). Im Zentrum eines zeitgemäßen Unterrichtsdesigns stehen authentische, lebensweltbezogene Problemstellungen, die disziplinübergreifende Zusammenhänge sichtbar machen, auf andere Kontexte übertragbar sind und von Schülerinnen und Schülern aktiv mitgestaltet werden können (*OECD Future of Education and Skills 2030*, 2019). Die Verbindung von Informatik und Naturwissenschaften bietet dabei besonderes Potenzial, da algorithmisches Denken und naturwissenschaftliches Modellverständnis ineinandergreifen (Repenning et al., 2016).

Das im Beitrag vorgestellte Leitprogramm *Smart City* verknüpft die Grundlagen der blockbasierten Programmierung mit Snap! systematisch mit dem physikalischen Themenfeld „Energie“. Die Lernenden entwickeln eine interaktive Simulation, in der erneuerbare Energiequellen, Speicher und Verbraucher modelliert und Energieflüsse programmiert werden. So entsteht ein lebensweltlich anschlussfähiges Lernsetting, das fachliche und überfachliche Kompetenzen gleichermaßen fördert. Die Konzeption und Weiterentwicklung erfolgten im Rahmen eines mehrjährigen Design-Based-Research-Prozesses mit iterativer Erprobung und Optimierung. Im Laufe dieser Studie wurde die Frage adressiert, wie ein Leitprogramm gestaltet sein sollte, so dass Schülerinnen und Schüler beim Kompetenzerwerb im Kontext der Programmierung unterstützt werden können.

Leitprogramm

Ein Leitprogramm ist ein strukturiertes, selbstgesteuertes Lernkonzept, das komplexe fachliche Inhalte über klar gegliederte, aufeinander aufbauende Lerneinheiten zugänglich macht. Es basiert auf dem Prinzip des Mastery Learning (Bloom, 1968; Guskey, 2015) und verfolgt das Ziel, Lernende durch modular aufgebaute Lerneinheiten und kleinschrittige Zielkontrollen zu nachhaltigem Kompetenzerwerb zu führen. Das Leitprogramm fokussiert sich auf selbstgesteuertes Lernen im eigenen Tempo (Frey & Frey-Eiling, 2010). In informationstechnischen und naturwissenschaftlichen Kontexten bietet dieses Format besondere Vorteile, etwa bei der Förderung von Begriffswissen, dem Aufbau konzeptuellen Verständnisses und der Herstellung alltagsnaher Fachbezüge (Zendler, 2018). Studien belegen zudem positive Effekte auf die Lernleistung, insbesondere in der Sekundarstufe im Bereich Physik und Informatik (Kulik et al., 1990; Wambugu & Changeiywo, 2008). Die hier entwickelte Lernumgebung knüpft bewusst an dieses Format an, um sowohl algorithmisches Denken als auch physikalisches Systemverständnis integriert und strukturiert zu fördern.

Aufbau des Leitprogramms *Smart City*

Das Leitprogramm umfasst acht Kapitel, sechs davon als Fundamentum und zwei letzte als optionale Module. Jedes Kapitel behandelt ein Aspekt der Energieversorgung, wie beispielsweise Photovoltaik, und notwendige programmiertechnische Grundlagen. Schrittweise wird eine Simulation einer Smart City aufgebaut, bestehend aus Photovoltaik, Windkraft, Elektromobilität und Wohnhäusern. Im Endzustand können reale Energieflüsse simuliert und visualisiert werden. Der Umfang des Leitprogramms umfasst ca. 16 Stunden. Es beinhaltet zahlreiche Lernvideos, digitale Übungsaufgaben zur Festigung, eingebettete Snap!-Programmieraufgaben mit Musterlösungen und Zwischentests zur Lernzielkontrolle. Es steht öffentlich auf Moodle unter folgendem Link zur Verfügung:

<https://moodle.innovation-tank.de/course/view.php?id=11>

Ein Beispiel für den entwickelten Ansatz ist das Kapitel *Photovoltaik*. Darin modellieren die Lernenden die Umwandlung von Strahlungsenergie in elektrische Energie und bilden die Abhängigkeit der erzeugten Leistung von der Sonneneinstrahlung algorithmisch ab. Für die programmiertechnische Umsetzung werden Variablen, Verzweigungen und Schleifen eingesetzt. Die elektrische Leistung wird als Variable modelliert, deren Wert je nach Bedingung – etwa Tag oder Nacht – angepasst wird. Innerhalb einer Schleife werden die Leistungswerte über den Tagesverlauf aufsummiert und an die Speicherkomponente der Simulation übergeben.

Ein weiteres Beispiel ist das Kapitel *Windkraft*. Hier setzen sich die Lernenden mit der Umwandlung von Bewegungsenergie des Windes in elektrische Energie auseinander und diskutieren die ungleichmäßige Windverteilung in Deutschland. In Snap! wird diese über eine Zufallsverteilung simuliert, die wechselnde Windstärken erzeugt. Eine entsprechende Animation visualisiert die Drehgeschwindigkeit der Rotorblätter, wodurch der Zusammenhang zwischen Windintensität, Rotationsbewegung und erzeugter Leistung anschaulich erfahrbar wird.

Entwicklung im Design-Based-Research-Ansatz

Das Leitprogramm wurde über vier Schuljahre hinweg im Rahmen eines Design-Based-Research-Ansatzes entwickelt (Euler, 2014; Euler & Sloane, 2014). Dieser zyklische Forschungsansatz verbindet theoriegeleitete Entwicklung mit praxisnaher Erprobung und Evaluation. Insgesamt wurden vier Zyklen durchgeführt: ein Pilotdurchlauf sowie drei iterativ verbesserte Zyklen mit insgesamt 183 (weiblich: 103, männlich: 80) Schülerinnen und Schülern an verschiedenen Schulformen. Zur Evaluierung des Leitprogramms wurde ein halboffener Fragebogen eingesetzt.

Im Anschluss an das durchlaufene Leitprogramm erstellten die Lernenden in Kleingruppen selbstständig in Snap! programmierte Projekte zu einem offenen Thema. Insgesamt entstanden dabei 38 Projekte. Für die Bewertung von Projekten in Snap! wurde ein geeignetes Kompetenzraster entwickelt und eingesetzt. Diese Bewertung bildete dabei eine zusätzliche methodische Perspektive innerhalb des Forschungsdesigns.

Bewertung des Leitprogramms

Das Leitprogramm wurde im Laufe der Studie von Schülerinnen und Schülern durchweg positiv in der Postbefragung evaluiert. Im letzten Zyklus erreichte es eine sehr gute Note (1,2) (*Abb. 1*). Auch in den einzelnen Aspekten – etwa der Einsatz von Snap! als Programmiersprache, der thematische Schwerpunkt und der Kursaufbau – zeigten sich deutliche Verbesserungen, sodass das Leitprogramm insgesamt sehr positiv aufgenommen wurde.

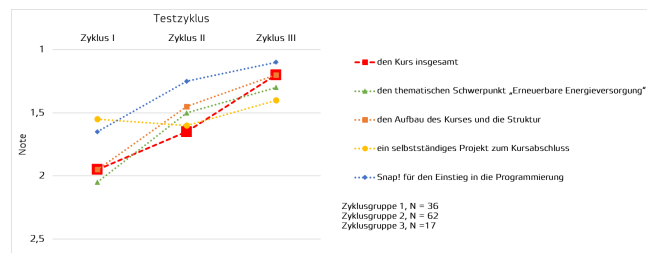


Abbildung 1: Mittelwerte von Kursbeurteilungen nach dem schulischen Notensystem, N= 115 (weiblich: 56, männlich: 59), im Zyklusvergleich

Qualitative Rückmeldungen bestätigen dieses Ergebnis (Abb. 2): Während in den ersten beiden Zyklen einzelne Kursaspekte wie Struktur oder Medienwahl kritisiert wurden, überzeugte der letzte Durchlauf mit ausschließlich positiven Rückmeldungen. Die Lernenden betonten den hohen Lerneffekt, die Zugänglichkeit der Programmiersprache Snap! sowie die gelungene didaktisch-methodische Umsetzung.

Ergänzend wurde für die Bewertung der Schülerprojekte in Snap! ein Kompetenzraster mit sieben Kategorien und vier Kompetenzniveaus entwickelt (Zitat¹). Die Ergebnisse bestäti-

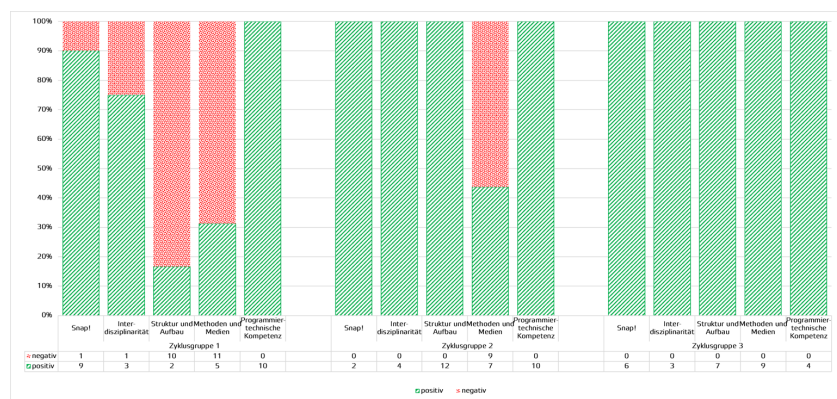


Abbildung 2: Normierte Darstellung von Kursbewertungen von Schüler*innen, N=115 (weiblich:56; männlich: 59), aufgeschlüsselt nach Kategorien im Zyklusvergleich

gen die qualitative Evaluation: Im ersten Zyklus erreichten die Lernenden durchschnittlich 15,5 von 51 möglichen Punkten, im zweiten 32,6 und im dritten 36,2 Punkte, was den kontinuierlichen Kompetenzzuwachs über die Entwicklungszyklen hinweg verdeutlicht.

Fazit

Insgesamt wurde im Laufe der Studie gezeigt, dass das ein Leitprogramm zum Erwerb der Programmierkenntnisse mit Snap! erfolgreich im disziplinübergreifenden Kontext eingesetzt werden kann. Der fachintegrative Ansatz wurde im Laufe der Zyklen aufgrund der Schüler-rückmeldungen gestärkt und ausgebaut.

¹Publikation zu Kompetenzraster eingereicht

Literatur

- Bloom, B. S. (1968). *Learning for Mastery. Instruction and Curriculum*.
- Euler, D. (Hrsg.). (2014). *Design-based research*. Steiner.
- Euler, D. & Sloane, P. F. E. (2014). *Design-Research – a paradigm under development*.
- Frey, K. & Frey-Eiling, A. (2010). *Ausgewählte Methoden der Didaktik*. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich.
- Guskey, T. R. (2015). Mastery Learning. In *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (Bd. 14, S. 752–759).
- Kulik, C.-L. C., Kulik, J. A. & Bangert-Drowns, R. L. (1990). Effectiveness of mastery learning programs: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 60(2), 265–299. <https://doi.org/10.3102/00346543060002265>
- OECD (2019). *Future of Education and Skills 2030*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:203587350>
- Repenning, A., Basawapatna, A. & Escherle, N. (2016). Computational thinking tools. 2016 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), 218–222. <https://doi.org/10.1109/VLHCC.2016.7739688>
- Suhr, D. (2024). Konzepte einer MINT-Didaktik. Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese: Teil II: Versuch einer Synthese. technik-education (tedu). *Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht*, 4(2), 3–17. <https://doi.org/10.25656/01:32293>
- Wambugu, P. W., & Changeiywo, J. M. (2008). Effects of mastery learning approach on secondary school students' physics achievement. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(3). <https://doi.org/10.12973/ejmste/75352>
- Zendler, A. (Hrsg.). (2018). *Unterrichtsmethoden für den Informatikunterricht: Mit praktischen Beispielen für prozess- und ergebnisorientiertes Lehren*. Springer Vieweg.