KLAAS, Johannes; DILLING, Frederik & WITZKE, Ingo
Siegen

"weil da gab es dann irgendwie ganz viele verschiedene Wege hatten wir jetzt davor nicht so drüber nachgedacht" —Mathematikdidaktische Perspektiven auf Problemlösen in authentischen MINT-Kontexten.

Das Projekt Authentic Optimizing, eine Kooperation der Mathematikdidaktik der Universität Siegen, REWE digital und drei Gymnasien in Nordrhein-Westfalen, ermöglicht Schüler*innen der Mittel- und Oberstufe die Bearbeitung realer Problemstellungen aus der Unternehmenspraxis. Diese Problemstellungen, gemeinsam mit REWE digital identifiziert und didaktisch aufbereitet, werden in zyklischen Durchgängen gelöst. Die Teilnehmenden arbeiten in Solver-Teams und werden von Studierenden und Mitarbeitenden der Mathematikdidaktik als Coaches unterstützt. Besondere Schwerpunkte liegen auf der Förderung von für die Problemstellungen wichtigem MINT-Fachwissen, heuristischen Methoden und metakognitiven Kompetenzen (Control und Belief System nach Schoenfeld, 1985).

Das Projekt untersucht zudem MINT-Problemlöseprozesse aus mathematikdidaktischer Perspektive. Grundlage ist die Definition von Problemlösen als Bearbeitung nicht-routinemäßiger Aufgaben (Rott et al., 2021; Schoenfeld, 1985). Ergänzend zum normativen Modell von Pólya (1949) wird ein flexibles, deskriptives Modell verwendet, das einen zusätzlichen Schritt der „Exploration“ integriert. Ein Fokus liegt auf der dritten Grunderfahrung nach Winter (1996) sowie auf dem Vergleich von Problemlösemodellen aus der Mathematikdidaktik und anderen MINT-Disziplinen.

Problemlösen und MINT

Problemlösen ist keine rein mathematische oder mathematikdidaktische Disziplin. Im Projekt Authentic Optimizing werden die Teilnehmenden mit realen authentischen (vgl. Neubrandt et al., 2001, S.56) Problemstellungen aus dem Partnerunternehmen konfrontiert. Unter Authentizität wird dabei verstanden, dass die bearbeiteten Probleme im Unternehmen tatsächlich vorliegen und bisher auch noch nicht gelöst wurden. Entsprechend sind sie sehr offen gestaltet und ermöglichen viele Lösungswege, oft lassen sich diese aber im Bereich der MINT-Disziplinen verorten. Auch wenn es keine klaren inhaltlichen Grenzen von MINT und MINT-Didaktik gibt (Suhr, 2024, S.1), so kann das Problemlösen als eine zentrale Kompetenz im MINT-Bereich verstanden werden (Pahl et al. 2019), welches in unterschiedlichen Facetten in den einzelnen Fachdidaktiken diskutiert wird. Nach Pahl et al. (2019, S.9)

In: L. Schick, M. Platz & A. Lambert (Hrsg.),
Beiträge zum Mathematikunterricht 2025.
58. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik. WTM.
https://doi.org/10.37626/GA9783959873307.0

ist das Problemlösen sogar ein wichtiger Teil des Kompetenzbegriffs als solchem, da es die flexible Anwendung von Gelerntem auf neue Bereiche erfordert. MINT und MINT-Kompetenzen sind auch gesellschaftlich ein wichtiges Thema. Gerade von Seiten der Wirtschaft wird dies als wichtiger Faktor, ja sogar als Schlüsselqualifikation gesehen (Pahl et al., 2019; Suhr, 2024).

Problemstellung Last Mile

Als prototypisches Beispiel für die Problemstellungen im Projekt und als wichtiger Hintergrund für das folgende Fallbeispiel einer Schüler*innengruppe wird hier die Problemstellung "Last Mile" vorgestellt. Dabei werden die Teilnehmenden mit der Herausforderung konfrontiert, den kostenintensivsten und logistisch anspruchsvollsten Teil einer Lieferung – die sogenannte „Letzte Meile“, also die Zustellung an den Endkunden – zu optimieren. "Überlegt euch ein optimiertes Konzept, wie dieser letzte Schritt der Lieferkette möglichst ressourcenschonend und effizient durchgeführt werden kann". Obwohl in dieser Problemstellung schon grobe Ideen zur Lösung vorgegeben sind, lässt diese doch sehr viele Lösungsansätze wie beispielsweise Drohnen, Lieferboxen, Abholstationen, optimierte Zustellungswege zu. Man erkennt in der Problemstellung und den verschiedenen Lösungswegen auch den MINT- bzw. Mathematikbezug.

Ergebnisse zum Problemlöseprozess

Problemlösen, insbesondere nach der oben genannten Definition, hängt nicht nur von der Problemstellung selbst ab, sondern in besonderem Maße auch von den individuellen Eigenschaften und Fähigkeiten der Problemlösenden. Die Schüler*innen aus dem Projekt wurden in Interviews, welche während der Problemlösephase und auch in der abschließenden Evaluationsphase durchgeführt wurden, gefragt, ob und wenn ja welche Herausforderungen vorlagen, in denen Sie (zunächst) keine Idee zur direkten Lösung hatten.

11 Interviewer: Jetzt habt ihr ja schon gesagt, oder anders? Habt ihr irgendwo Aufgaben gehabt bei euch, wo ihr vorgegangen seid, wo ihr beim ersten Mal nicht wusstet, wie ihr die angehen solltet?

12 Schüler 1: Also ich fand es schwierig, mit der Bilanzierungsrechnung direkt anzufangen. Weil da hatte, das war dann irgendwie so, wurde in den Raum geworfen, macht auch mal eine Bilanzierungsrechnung und da war ich zumindest ein bisschen überfordert am Anfang mit was jetzt uns wie wir da jetzt ran gehen sollen, weil da gab es dann irgendwie ganz viele verschiedene Wege und hatten wir jetzt davor nicht so drüber nachgedacht.

Anhand der Aussage kann man an dieser Stelle erkennen, dass für die Teilnehmenden durch das neue und bisher unbekannte Verfahren ein Problem vorliegt, sie also in dem Lösungsprozess der Problemstellung insgesamt auf

ein eingrenzbares Teilproblem gestoßen sind: sie wussten nicht, wie sie die Bilanzierungsrechnung angehen sollten.

13 Schüler 2: Genau, ja weiß nicht ich mein ich habe mich ja auch ein bisschen drangesetzt und ich habe da irgendwie mal reingeguckt das Problem was ich fand - war ja dass wir, wir hatten ja die Bestandteile - ja das muss rein, und ja die kosten für die Automaten müssen rein, die Paketstationen müssen rein, der Fahrer, die Fahrkosten müssen rein, dies, das, alles, aber wir wussten in manchen Teilen halt einfach nicht, wie teuer das dann wirklich ist. Wer weiß mal aus dem Stehgreif, wie teuer so eine Paketstation ist. Das haben wir probiert dann auch herauszufinden, überall ellenlang und wir sind uns ja auch nicht sicher, unterschiedlich von Auto zu Auto, welches man verwendet - Verbrenner, E-auto sind da die Kosten ganz anders das war die große Hürde, dass man halt - prinzipiell wüsste ich jetzt wie ich das rechne aber ich habe die Daten dafür nicht

14 Interviewer: Okay das habt ihr jetzt schon indirekt gesagt, wenn ich euch jetzt nochmal direkt fragen würde, wie seid ihr dann vorgegangen, also ihr hattet was, wo es nicht weiter ging oder wo ihr erstmal nicht wusstet, was habt ihr dann gemacht?

15 Schüler 3: Wir haben direkt konkrete Beispiele genommen bzw. was wir z.B. bei den Lieferwagen gemacht hatten. Wir haben drei unterschiedliche genommen mit drei unterschiedlichen Aspekten. Ich glaube, der eine war ein Verbrenner, der nächste war ein E-Auto und noch einer war wieder ein Kühlwagen. Dann haben wir dann da die Preise gemacht und dann quasi alle aufgeschrieben. […]

17 Interviewer: Habt ihr das vorher abgesprochen oder war das irgendwie so?

18 Schüler 3: Ja, mit irgendwie geteilter Arbeit sind wir dann irgendwie vorgegangen. Die einen haben sich dann um das eine gekümmert und die anderen um das andere. Ich glaube wir haben alle so ein bisschen Beispiele genommen.

Die Schüler*innen beginnen hier ihr Vorgehen zu beschreiben. Im weiteren Verlauf der Problemlösung haben die Teilnehmenden zusätzlich mit Unternehmen Kontakt aufgenommen, die beispielsweise Packstationen vermarkten, um realistische Preise zu erhalten. Erstaunlich ist hier, dass Sie in Zeile 18 zurückmelden, dass sie, im Sinne von Pólya (1949) oder Rott et al. (2021) keine eigene Planungsphase hatten, man aber trotzdem ein planvolles Vorgehen erkennen kann. Es wurden mögliche Kosten identifiziert und dann haben die Schüler*innen versucht, einen passenden Betrag zu bestimmen. War es möglich, so haben sie den Betrag mit Daten eingrenzt und ein Kostenintervall bestimmt, war es nicht möglich, so haben sie den Betrag geschätzt. Im weiteren Verlauf haben sie die Schätzung auch diskutiert und ein gleiches Vorgehen auch auf die Einnahmeseite angewendet. Sie haben es also hier geschafft, ein Teilproblem durch Zerlegung in kleinere Teilprobleme zu lösen. Ein Vorgehen, das wir zwar für die Problemstellung insgesamt, aber nicht für die einzelnen Teilprobleme antizipiert haben. Uns stellt sich die konkrete Frage: Welche (weiteren) Strategien wenden die Solver-Teams zur Lösung von (Teil-)Problemen an? Und wie gehen sie vor?

Ausblick über die weitere Forschung

Diese Frage ist eine der Forschungsfragen, die für das Projekt interessant sind. Ein Ziel der Forschung ist die Beschreibung und Analyse des Problemlöseprozesses der Teilnehmenden unter Beachtung des besonderen Settings. Die Teilnehmenden durchlaufen hier einen langfristigen Problemlöseprozess mit authentischen, sehr offenen MINT-Problemstellungen. Um gerade den Aspekt der MINT-Probleme besser erfassen zu können, bezieht sich ein weiteres Forschungsanliegen auf Problemlösen in anderen MINT-Disziplinen im Vergleich mit mathematikdidaktischen Ansätzen (Klaas et al., im Druck). In der weiteren Forschung sollen der dritte Durchgang und dessen Problemlöseprozesse mithilfe einer mathematikdidaktischen Perspektive genauer untersucht werden. Ziel ist eine multiple Fallstudie zu den einzelnen Problemstellungen. Interviews, Protokolle sowie Videodaten aus den verschiedenen Prozessphasen liegen vor. Im Rahmen der Fallstudie sollen Vorgehensweisen, Stolpersteine, aber auch wichtige Strukturen und Gelingensbedingungen expliziert werden.

Literatur

Klaas, J; Dilling, F; Witzke, I; (im Druck): Developing a Unified Framework for Authentic Problem Solving in STEM Education. *Proceedings of the 14. Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME14)*

Neubrandt, M., Biehler, R., Blum, W., Cohors-Fresenborg, E., Flade, L., Knoche, N., Lind, D., Löding, W., Möller, G. & Wynands, A. (2001). Grundlagen der Ergänzung des internationalen PISA-Mathematik-Tests in der deutschen Zusatzerhebung. *ZDM - Mathematics Education, 33*, 45–59. https://doi.org/10.1007/BF02652739

Pahl, A. & Stadler-Altmann, U. (2019). *MINT-Didaktik und Allgemeine Didaktik Im Gespräch: Problemlösung und Differenzierung Als Planungsprinzipien*. Verlag Barbara Budrich.

Pólya, G. (1949). *Schule des Denkens: Vom Lösen mathematischer Probleme*. Francke.

Rott, B., Specht, B. & Knipping, C. (2021). A descriptive phase model of problem-solving processes. *ZDM – Mathematics Education, 53*(4), 737–752. https://doi.org/10.1007/s11858-021-01244-3

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.

Suhr, D. (2024). Konzepte einer MINT-Didaktik Fachdidaktische Analyse und Versuch einer Synthese: Teil I: Fachdidaktische Analyse. *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht, 4*(1), 3–15. https://doi.org/10.25656/01:30066

Winter, H. (1996). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung, 4*(2). https://doi.org/10.1515/dmvm-1996-0214