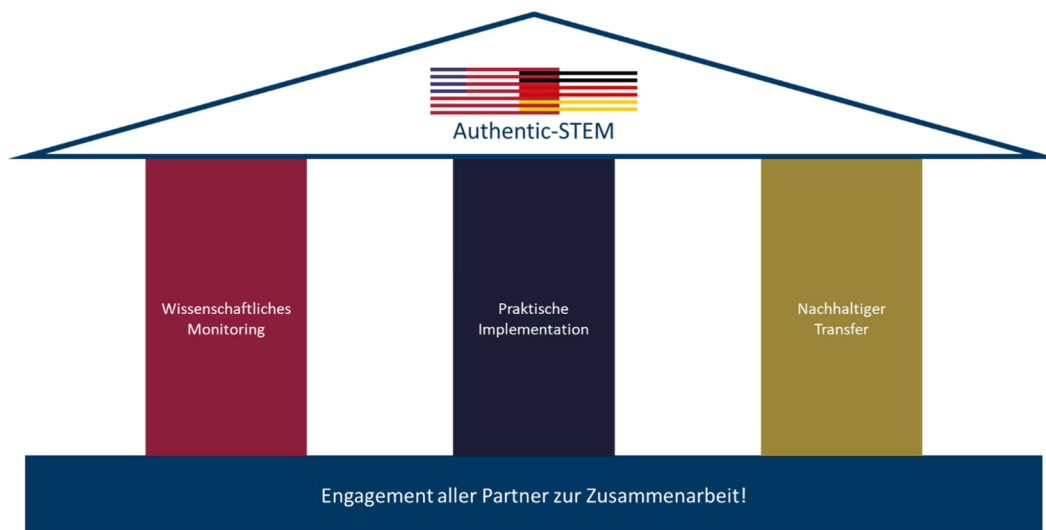


Gero STOFFELS, Siegen, Magnus REIFENRATH, Siegen & Ingo WITZKE, Siegen

## Authentic-STEM: Langfristiges Problemlösen across borders

Die Grundidee des Projekts „Authentic-STEM“ ist es, deutsche und amerikanische Jugendliche im Alter von 13-18 Jahren in gemeinsamen internationalen Projektteams (Solver-Teams) zu begleiten. Diese arbeiten an authentischen mathemathikhaltigen MINT-Problemstellungen aus Unternehmen (z. B. Modellierung, Optimierung, Big Data, Produktdesign etc.) im Bereich der Digitalisierung über einen Zeitraum von vier Monaten. Dabei werden die Solver-Teams bei der Lösung und Kommunikation untereinander sowie mit den Unternehmen durch Mentor\*innen (z. B. erfahrene Lehramtsstudierende, Lehrer\*innen oder wissenschaftliche Mitarbeiter\*innen) unterstützt (Marx & Stoffels, 2022). Diese Mentor\*innen arbeiten eng mit den beteiligten Unternehmen und den dort für das Projekt verantwortlichen Mitarbeitenden zusammen, um die Problemstellungen zunächst zielgruppengerecht zu identifizieren und vorzustellen. In Authentic-STEM erhalten interessierte Jugendliche so die Möglichkeit, konkret zu erleben, wie sie ihr Schulwissen in der Arbeitswelt bei der Lösung echter Probleme anwenden können.



**Abb. 1:** Struktur des Projekts Authentic-STEM.

Das Fundament des Projekts (vgl. Abb. 1) wird durch das Engagement aller Stakeholder für Berufsorientierung aus Schule, Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft gebildet, die gemeinsam eine nachhaltige Berufsorientierung in mathemathikhaltigen Kontexten gestalten. Ein erster Pilot dieses Projekts konnte mit 10 deutschen Jugendlichen und 16 Jugendlichen aus den USA in der Altersgruppe der Sekundarstufe II im Zeitraum Februar-Juni 2022 bereits durchgeführt werden. Im Pilot Projekt haben Jugendliche in zwei Solver-Teams an echten Problemstellungen aus den Unternehmen

Schlüter® Systems und Kirchhoff Automotive gearbeitet. Dabei konnten sie ihr mathematisches Wissen in den Bereichen 3D-Konstruktion, Datenauswertung, Prozessoptimierung oder Qualitätsmanagement einbringen. Die Konzeption des Pilots baut auf Erfahrungen auf, die im deutschen Partnerprojekt MINT-Pro<sup>2</sup>Digi (Stoffels & Holten, 2022) in der Region Südwestfalen gesammelt werden konnten.

Drei Säulen (vgl. Abb. 1) sollen die erfolgreiche Durchführung von Authentic-STEM nun für ein 3(+2) jähriges Forschungsprojekt stützen, das in der ersten Antragsstufe des Förderprogramms „MINT für die digitale Welt“ des Stifterverbands erfolgreich war. Im Rahmen des wissenschaftlichen Monitorings stehen folgende Forschungsperspektiven im Fokus:

- Wahrnehmung der Mathemathikhaltigkeit authentischer Problemstellung durch die Akteure (Jugendliche, Mentor\*innen und Unternehmen);
- Analyse langfristiger Problemlöseprozesse in projektorganisierten selbstverantwortlichen Settings und Formulierung von Gelingensbedingungen;
- Design und Evaluation eines Mentor\*innentrainings und -supervisionsprogramms, die solche offenen langfristigen Erfahrungsräume für das Problemlösen fördern;
- Die Interaktion und Identifikation von Interaktionsmustern der verschiedenen beteiligten Stakeholder;
- Adressierung (inter-)kultureller Perspektiven auf Lehren und Lernen;
- Analyse und Dokumentation von Best-Practice Beispielen

Im Rahmen des Pilotprojektes konnten bereits erste Ergebnisse zum langfristigen Problemlösen in projektorganisierten selbstverantwortlichen Settings und der Interaktion der beteiligten Stakeholder erzielt werden. Ein besonderer Forschungs- und Entwicklungsbedarf liegt nach den Erfahrungen aus dem Pilotprojekt im Bereich eines geeigneten Mentorings, das die übrigen Bereiche miteinander vernetzt. Im Folgenden wird exemplarisch auf das längerfristige Problemlösen in authentischen Kontexten im Rahmen der Pilotstudie eingegangen.

### **Langfristiges Problemlösen in authentischen Kontexten**

Problemlösen ist eine wesentliche mathematische Kompetenz und im Projekt Authentic-STEM ein zentraler Ausgangspunkt. Intensive Forschung zum Problemlösen hat in der Mathematikdidaktik eine lange Tradition und ist durch einschlägige Arbeiten z. B. von Pólya (1949) und Schoenfeld (1985) bekannt. Nach Pólya (1994) lässt sich der Prozess des Problemlösens in vier Phasen strukturieren: Verstehen des Problems (1), Aufstellen eines Plans (2), Durchführen des Plans (3) und Rückschau (4).

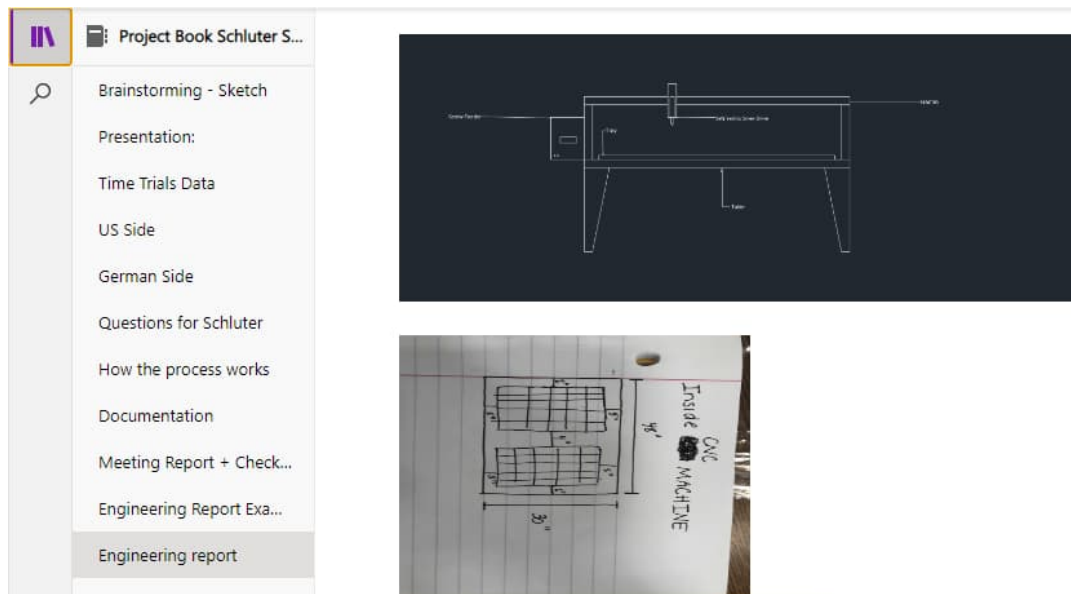
Ein entscheidendes Merkmal von Authentic-STEM ist, dass langfristige Problemlöseprozesse angeregt werden, wohingegen Pólyas Phasen häufig auf eher kurzfristige Problemlöseprozesse bezogen werden. Nach unserem Verständnis gilt ein Problemlöseprozess dann als langfristig, wenn er sich nicht auf Prozesse bezieht, die innerhalb einer Unterrichtsstunde, eines Projekttages oder einer Woche stattfinden (können). Im Fall des Pilot-Durchgangs von Authentic-STEM erstreckte sich der Problemlöseprozess über einem Zeitraum von vier Monaten. Zwischen wöchentlichen Treffen konnten die Jugendlichen zusätzlich durch Nutzung einer Lernplattform selbstständig kooperativ arbeiten. Die Untersuchung der Übertragungsmöglichkeit solcher Phasenmodelle des Problemlösens auch auf langfristige Prozesse ist wichtiger Teil unseres Forschungsinteresses. Die Phasen nach Pólya nehmen im Projekt eine besondere Rolle ein, da die Solver-Teams zu Beginn des Problemlösens explizit einen Input zu diesem Modell (zusammen mit weiteren Informationen zur Projektarbeit) erhalten haben. Inwieweit diese Phasen (bewusst) im Prozess genutzt wurden, wird die begonnene Analyse nach Abschluss des Pilot-Durchgangs im Juni 2022 zeigen.

Erste Hinweise dazu können anhand der digitalen Projektbücher festgestellt werden, die die Solver-Teams während des Problemlöseprozesses anfertigten. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt aus einem Projektbuch, in dem die von einem Solver-Team angelegte Struktur einen Anhaltspunkt auf durchlaufene Phasen liefert; beispielsweise „Brainstorming – Sketch“ oder „How the process works“ auf die Phasen (2) und (1).

Als weitere Datenquellen werden zusätzlich Kurzfragebögen und Interviews genutzt, in denen beispielsweise die eigene Rolle im kooperativen Problemlöseprozess und die Beschreibung der Tätigkeiten thematisiert werden.

Merkmale einer „guten“ Problemstellung sind beispielsweise nach Büchter und Leuders (2011) Authentizität, Offenheit und Differenziertheit. Das Merkmal der Authentizität wird dadurch adressiert, dass die Solver-Teams *echte* Probleme der Unternehmen bearbeiten. Es gibt aber auch Einblicke in unsere Auffassung von (mathematischen) Problemen, bei welcher wir uns an Rott et al. (2021, S. 737) orientieren: „[i]n the sense of working on non-routine tasks for which the solver knows no previously learned scheme or algorithm designed to solve them“. Offenheit ist im Projekt dadurch gegeben, dass zu Beginn des Projektes für die Solver-Teams lediglich eine kurze Vorstellung der Problemstellung durch die Unternehmen, mit der Möglichkeit Rückfragen zu stellen erfolgt – d. h. nicht zu viele Vorgaben gemacht wurden. Entscheidungen im weiteren Problemlöseprozess sowie zur Einbindung weiterer Personen und Informationen lagen dabei weitestgehend bei den Sol-

ver-Teams, was sich u. a. auch in der freien Gestaltungsmöglichkeit des Projektbuches zeigt. Differenzierungen ergeben sich auf natürliche Weise dadurch, dass Schüler\*innen unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Bildungshintergründe in internationalen Kontexten zusammenarbeiten. Die Möglichkeit, projektorientiert in internationalen Settings zu arbeiten, erzeugt auch ein großes Interesse bei Schülerinnen, sodass ohne explizite Adressierung in diesem MINT-Projekt ca. 50% der Teilnehmenden weiblich sind.



**Abb. 2:** Ausschnitt eines Projektbuches mit konkretem Beispiel einer bemaßten Skizze

## Literatur

- Büchter, A. & Leuders, T. (2011). *Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen* (5. Auflage). Cornelsen.
- 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, 737–752.  
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01244-3>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/C2013-0-05012-8>
- Stoffels, G. & Holten, K. (2022). MINT-Pro2Digi: Authentisches projektorientiertes mathematisches Problemlösen in außerunterrichtlichen digitalen Kontexten. In F. Dilling, F. Pielsticker & I. Witzke (Hrsg.), *MINTUS – Beiträge zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung. NEUE PERSPEKTIVEN AUF MATHEMATISCHE LEHR LERNPROZESSE MIT DIGITALEN MEDIEN* (S. 47–71). Springer.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-658-36764-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-36764-0_3)