

Silke LADEL, Schwäbisch Gmünd &
Marina LENTIN, Schwäbisch Gmünd

Analyse der App „TouchTimes“ mithilfe der Artifact-Centric Activity Theory

Einleitung

Im Rahmen des Forschungsprojekts „DigiHet: Digital Heterogenität beachten. Individuelles Lernen mathematischer Kompetenzen mit der App TouchTimes unterstützen“ an der PH in Schwäbisch Gmünd wird untersucht, inwiefern der gezielte Einsatz der App „TouchTimes“ (Jackiw & Sinclair, 2019) die heterogene Schüler*innenschaft der Primarstufe beim Auf- und Ausbau eines multiplikativen Denkens unterstützt. Um in einem ersten Schritt die generelle Eignung der App „TouchTimes“ zu überprüfen, wurde sie im Detail mithilfe der Artifact-Centric Activity Theory (ACAT, Ladel & Kortenkamp 2016) analysiert. ACAT basiert auf der Tätigkeitstheorie und stellt das (digitale) Artefakt in den Fokus der Betrachtungen. Sie unterstützt bei der strukturierten Analyse sowie Gestaltung von (digitalen) Artefakten und wird gleichzeitig der komplexen Situation im Bildungsbereich gerecht. Im Folgenden werden ausgewählte Ergebnisse zur Analyse der Hauptachse (Subject – Artifact – Object) (s. Abb. 1) dargestellt.

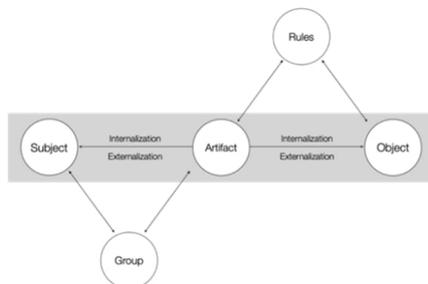


Abb. 1: Die Artifact-Centric Activity Theory (eigene Darstellung)

Analyse der „Grasplify World“ in der App „TouchTimes“

In der App „TouchTimes“ gibt es zwei sogenannte Welten, die „Grasplify World“ und die „Zaplify World“. Während in der „Zaplify World“ mit der kombinatorischen Grundvorstellung zur Multiplikation gearbeitet wird, thematisiert die „Grasplify World“ die zeitlich-sukzessive sowie die räumlich-simultane Grundvorstellung und fokussiert die unterschiedlichen Rollen von Multiplikand und Multiplikator. Die Hauptachse von ACAT gibt nun Auskunft darüber, wie das mathematische Objekt im Artefakt dargestellt ist und welche Internalisierungs- und Externalisierungsprozesse beim Subjekt über die Arbeit mit der App stattfinden können.

Object → **Artifact**: Ziel des Einsatzes der „Grasplify World“ ist die Förderung des multiplikativen Denkens. Unter der Prämisse, dass multiplikatives Denken die Aspekte Grundvorstellungen, Faktorenunterscheidung, Bilden von und flexibles Operieren mit composite units (zusammengefasste Einheiten) und das Erkennen und Nutzen struktureller Zusammenhänge beinhaltet, wird im Weiteren der Fokus insbesondere auf die Faktorenunterscheidung gelegt. Die Multiplikation von Kardinalzahlen ist fachlich als Kreuzprodukt zweier Mengen zu sehen. Dabei stellen die beiden Mengen die Argumente der Verknüpfung, also die Operanden dar (im Beispiel $3 \cdot 4$ die „3“ und „4“), mit der Verknüpfung der Multiplikation („•“) (s. Abb. 2 links). In der „Grasplify World“ ist jedoch nicht auf die Multiplikation von Kardinalzahlen, sondern auf die Multiplikation von Ordinalzahlen Bezug genommen. Dabei stellt der erste Faktor (im Beispiel $3 \cdot 4$ die „3“) den Operanden dar, der vervielfacht wird (im Beispiel mit dem Operator „• 4“) (s. Abb. 2 rechts).

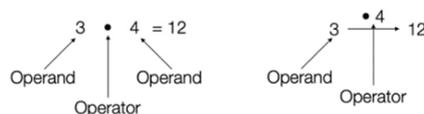


Abb. 2: verschiedene Deutungsmöglichkeiten von Operand und Operator bei der Multiplikation (eigene Darstellung)

In der nonverbal-symbolischen Darstellung „ $3 \cdot 4$ “ ist die Unterscheidung zwischen Operator (Multiplikator) und Operand (Multiplikand) nicht sichtbar und aufgrund der Kommutativität der Multiplikation mathematisch auch nicht von Bedeutung: So macht es bei der Aufgabe $3 \cdot 4$ keinen Unterschied, ob der „3“ die Bedeutung des Multiplikanden oder die des Multiplikators zugewiesen wird, das Produkt ist immer „12“. In anderen Repräsentationsformen (z. B. enaktiv, ikonisch, verbal-symbolisch) ist die Zuweisung jedoch durchaus wichtig. Zwar kann die Multiplikation ikonisch – entsprechend der nonverbal-symbolischen Darstellung – so dargestellt werden, dass zwischen Multiplikand (Operand) und Multiplikator (Operator) nicht unterschieden wird (z. B. im Rechteckmodell mit unterschiedlichen Perspektiven), die App-Entwickler der „Grasplify World“ haben sich jedoch ganz bewusst dafür entschieden, in der ikonischen Darstellung eine Unterscheidung im Sinne des Davydov'schen Ansatzes vorzunehmen. Demzufolge wird die Einheitsgröße durch die zuerst aufgelegten Finger (Multiplikand) vor der Anzahl der Einheiten durch die auf der anderen Bildschirmseite aufgelegten Finger (Multiplikator) identifiziert (Bakos & Güneş, 2020). Mit der Entscheidung, die Faktoren virtuell-enaktiv (Ladel, 2009) und ikonisch in einzigartiger Weise zu unterscheiden, werden den Kindern multiplikative statt additive Erfahrungen mit der Multiplikation ermöglicht. Der Umstand, dass in Schulbüchern und selbst in Fachliteratur der erste Faktor häufig als Multiplikator bezeichnet wird, hängt mit der verbal-symbolischen Darstellung

der Alltagssprache, z. B. „dreimal vier“, zusammen, bei der die Operation „mal“ dem ersten Faktor („drei“) zugeordnet ist. Dies kann zu einem kognitiven Konflikt mit der mathematisch korrekten Zuordnung führen, demzufolge es fachsprachlich korrekt „drei viermal“ oder „drei malvier“ lauten müsste.

Artifact → **Object:** Ikonisch repräsentiert die „Grasplify World“ die Finger, die als erstes auf eine Seite des Bildschirms gelegt werden, in Form von unterschiedlich farbigen Punkten. Damit wird der Multiplikand dargestellt („Wie viele?“). Durch n -faches Tippen auf der anderen Seite wird der Multiplikand, der als composite unit mit einer schwarzen Umrandung der farbigen Punkte erscheint, n -fach vervielfältigt. Die Anordnung der Punkte in den composite units entspricht dem ikonisch dargestellten Multiplikanden. Die Häufigkeit („Wie oft?“) dieser composite units steht für den Multiplikator. Das Produkt wird durch eine weiße Umrandung und weiße Hinterlegung der Fläche der Hülsen mit den Kernen dargestellt. Durch Antippen eines Rastersymbols wird die Darstellung in Form des Rechteckmodells angezeigt. Zeitlich synchron zur ikonischen Darstellung erscheint der Multiplikand sowie der Multiplikator nonverbal-symbolisch in schwarzer Farbe am oberen Bildschirmrand in der Mitte. Die Multiplikation wird durch das Symbol „ \times “ notiert. Das Produkt erscheint in weißer Farbe. Je nachdem, ob auf der linken Bildschirmseite der Multiplikand und rechts der Multiplikator dargestellt wurde oder umgekehrt, erscheint das Produkt mit dem Gleichheitszeichen auf der linken oder der rechten Seite der Multiplikation (s. Abb. 3).

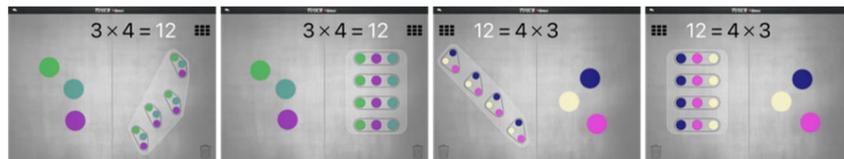


Abb. 3: Bildschirm der „Grasplify World“ in der App TouchTimes (Jackiw & Sinclair, 2019; eigene Screenshots)

Subject → **Artifact:** Das Kind externalisiert sein mentales Schema der Multiplikation mithilfe der Finger, die es auf den Bildschirm legt. Grundsätzlich gibt es ganz unterschiedliche Möglichkeiten, die verschiedenen Grundvorstellungen der Multiplikation mithilfe der Finger zu externalisieren. Durch die sofortige Rückmeldung der App an die Kinder in Form einer Visualisierung, sobald Finger auf den Bildschirm gelegt werden, beginnt bereits ein Internalisierungsprozess ($A \rightarrow S$), so dass die Kinder entsprechend der ikonischen Darstellung weiter agieren.

Artifact → **Subject:** Die in Abb. 3 aufgezeigte Visualisierung der App wirkt auf die Kinder zurück (Internalisierung). Sie erfahren durch ihr virtuell-enaktives Handeln in der App, dass die erste Anzahl aufgelegter Finger den

Multiplikatoren darstellt, die zweite Anzahl aufgelegter Finger den Multiplikator – egal auf welcher Bildschirmseite sie zuerst Finger auflegen. Diese Erfahrungen gilt es im interaktiven Austausch in der Gruppe (mit der Lehrperson und anderen Kindern) auch verbal-symbolisch in der Fachsprache zu versprachlichen (z. B. „Ich habe 3 Punkte viermal.“). Die unterschiedlichen nonverbal-symbolischen Darstellungen können zudem das Konzept zur Relation „... ist gleich ...“ dadurch unterstützen, dass das Produkt nicht nur rechts, sondern auch links von der Multiplikationsaufgabe stehen kann.

Schlussbemerkung

Die „Grasplify World“ kann den Aufbau eines mentalen Schemas der Multiplikation zur räumlich-simultanen sowie zur zeitlich-sukzessiven Grundvorstellung unterstützen. Dabei wird dem ersten Faktor die Rolle des Multiplikatoren zugewiesen, dem zweiten Faktor die des Multiplikators – so, wie es aus fachlicher Sicht korrekt ist. Eine Lernumgebung zur Förderung des multiplikativen Denkens mithilfe der App „TouchTimes“ wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „DigiHet“ bereits entwickelt. Die Design-Based Research-Studie befindet sich aktuell in Durchführung und soll weitere Erkenntnisse zum linken unteren Dreieck von ACAT (Subject – Artifact – Group), das die Unterrichtssituation näher in den Blick nimmt, geben.

Literatur

- Bakos, S. & Güneş, C. (2020). *Touch, Tap, Grasp and Zap: New Ways to Learn Multiplication*. Vector.
- Jackiw, N. & Sinclair, N. (2019). *TouchTimes* [iPad-App]. Tangible Mathematics Group. <https://apps.apple.com/ca/app/touchtimes/id1469862750> [25.04.2022].
- Ladel, S. (2009). *Multiple externe Repräsentationen (MERs) und deren Verknüpfung durch Computereinsatz. Zur Bedeutung für das Mathematiklernen im Anfangsunterricht*. Dr. Kovac.
- Ladel, S. & Kortenkamp, U. (2016). Artifact-Centric Activity Theory – A Framework for the Analysis of the Design and Use of Virtual Manipulatives. In P.S. Moyer-Packenham (Hrsg.), *International Perspectives on Virtual Manipulatives and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* (Bd. 7, S. 25 – 40). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32718-1_2