

Prozessqualität sichtbar machen durch Kommunikationsgraphen

Baram-Tsabari und Osborne (2015) werben für ein gegenseitiges Lernen von Wissenschaftskommunikation und Naturwissenschaftsdidaktik in den Bereichen Entwicklung und Forschung. So werden auch die Vermittlungsziele der Naturwissenschaftsdidaktik für die öffentliche Vermittlung in den Blick gerückt – z.B. die Erkenntnisgewinnung (Burns, O'Connor, & Stocklmayer, 2003). In der Naturwissenschaftsdidaktik wird Erkenntnisgewinnung als ein linearer oder auch zirkulärer Prozess modelliert, bestehend aus Frage, ggf. Hypothese, Untersuchungsplanung und Analyse & Interpretation (z.B. Ebenezer, Kaya, & Ebenezer, 2011; Koenen, Emden, & Sumfleth, 2017; Kuo, Wu, Jen, & Hsu, 2015; Martius, Delvenne, & Schlüter, 2016; Pedaste et al., 2015; Wellnitz, Fischer, Kauertz, Neumann, & Pant, 2012). Die Qualität der Prozesse wird häufig anhand der epistemischen Grundlagen und der Schwierigkeit unterschieden (z.B. Wellnitz et al., 2012). Die Untersuchung erfolgt jedoch meist in gut kontrollierbaren Umgebungen. Im vorliegenden Beitrag wird thematisiert, wie Lehr-Lern-Prozesse zur Erkenntnisgewinnung auch in einer komplexen öffentlichen Vermittlungssituation durch die Aufnahme der Kommunikation und Erstellung von Kommunikationsgraphen sichtbar gemacht werden können (NRC, 2009).

Gegenstand der vorliegenden Studie ist das chemische Experimentieren im Sinne der Erkenntnisgewinnung an einer Experimentierstation in einem Ausstellungskontext. Im Hinblick auf chemische Experimente in einem solchen Ausstellungskontext wurde gezeigt, dass sie von Besuchern gerne genutzt werden (Domenici, 2008; Silberman, Trautmann, & Merkel, 2004; Ucko, 1986; Zare, 1996); es gibt außerdem tentative Hinweise darauf, dass auch in diesem Kontext Fachwissen an chemischen Experimenten vermittelt werden kann (Honskamp, 2010). Im Hinblick auf die Förderung der Auseinandersetzung mit Erkenntnisgewinnung in einem Ausstellungskontext wurde gezeigt, dass diese Auseinandersetzung mit geeigneter Unterstützung erreicht werden kann (Allen, 1997; Gutwill & Allen, 2010; Luce, Goldman, Veal, & Al, 2016). Vor diesem Hintergrund wurde die Experimentierstation „ECce!“ entwickelt und erprobt (Strippel, Sommer, & Kohlbauer, 2017). Das Konzept der Experimentierstation orientiert sich an Methoden der Vermittlung im Sinne der Erkenntnisgewinnung (z.B. Koenen, Emden, & Sumfleth, 2017; Martius, Delvenne, & Schlüter, 2016; Pedaste et al., 2015). Besuchergruppen können ausgehend vom Gegenstand „Brausetablette in Wasser“ eine Vielzahl von Untersuchungen selbstbestimmt planen und durchführen. Diese Untersuchungen lassen sich in zwei Gruppen mit unterschiedlichen zugrundeliegenden epistemischen Annahmen einteilen: Untersuchungen zu Fakten (Gas qualitativ, Färbung, pH-Wert, Temperaturdifferenz, Gas quantitativ, Geruch, Volumendifferenz, Massendifferenz) und Untersuchungen zu Zusammenhängen (Reaktionspartner, Einfluss des Lösungsmittels, Ursache der Temperaturänderung). Die Besucher werden durchgängig von einem Betreuer unterstützt.

Um die Art und Weise der Auseinandersetzung mit Erkenntnisgewinnung an dieser Experimentierstation zu untersuchen, wurde folgende Frage gestellt:

- Welche Verhaltensmuster lassen sich bei der Teilnahme von Ausstellungsbesuchern an der Experimentierstation „ECce!“ im Hinblick auf die Erkenntnisgewinnung feststellen?

Die Studie erfolgte in einem konvergent-parallelen *Mixed Methods*-Design (Cresswell, 2014). Dazu wurden die Probanden bei der Teilnahme an der Experimentierstation audio-

graphiert sowie Daten mittels Leitfadeninterviews vor und nach der Teilnahme erfasst. Der Beitrag befasst sich ausschließlich mit den Aufnahmen während der Teilnahme. Die Stichprobe umfasst N = 155 Probanden (Alter (MEAN) = 28.38 Jahre (SD = 17.08), Alter (MIN) = 4 Jahre, Alter (MAX) = 80 Jahre, w = 49.70 %, m = 50.30 %) in N = 64 Gruppen (#Personen (MEAN) = 2.42 (SD = 0.87), #Personen (MIN) = 1, #Personen (MAX) = 5).

Die Analyse der Texte wurde mittels qualitativer Inhaltsanalyse durchgeführt (Mayring, 2010). Die Kodierung erfolgte eventbasiert ohne Transkript mittels ELAN (Brückmann & Duit, 2014; Efig & Sommer, 2017). Es wurden drei Kategoriensysteme mit vier Stufen aus vorangegangenen Studien adaptiert (Braun, Strippel, & Sommer, 2017; Strippel, Tomala, & Sommer, 2016). Die Kategoriensysteme wurden an n = 10 zufällig ausgewählten Aufnahmen weiterentwickelt, indem für alle Kategorien Ankerbeispiele aus dem neuen Datenmaterial ergänzt und die Kodierregeln überarbeitet wurden. Die Interkoderreliabilität zwischen zwei Kodierern wurde dann an n = 5 weiteren Aufnahmen über Cohen's κ bestimmt und für gut bis sehr gut befunden (Fleiss & Cohen, 1973; Wirtz & Caspar, 2002; s. Tabelle 1). Die Kodierungen wurden anschließend in Kommunikationsgraphen übertragen (Lehesvuori, Viiri, Rasku-Puttonen, Moate, & Helaakoski, 2013). Dazu wurde ein selbstprogrammiertes Python-Skript verwendet.

Tabelle 1: Kategoriensysteme zur Erkenntnisgewinnung (gekürzt nach Strippel et al., 2016)

Fragen ($\kappa = .926$)	Design ($\kappa = .693$)	Analyse/ Interpretation ($\kappa = .947$)
0 nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
1 unspezifisch	Fakten erhebend	Ergebnis formulieren
2 nach Fakten fragend	A: Fakten erhebend B: F. e. + Qualitätsmerkmal	Interpretation der Ergebnisse formulieren
3 nach Zusammenhängen fragend	A: Zusammenhänge erhebend B: Z. e. + Qualitätsmerkmal	Interpretation der Ergebnisse formulieren, Interpretation evaluieren

An dieser Stelle wird die Betrachtung der Ergebnisse auf der Ebene einzelner Untersuchungen vorgestellt. Dazu wurden die Kommunikationsgraphen von n = 182 Untersuchungen verglichen. Diese n = 182 Untersuchungen umfassen alle Untersuchungen, die von mehreren Gruppen durchgeführt wurden. Hier ergeben sich drei Kommunikationsstrukturen: unvollständig (n = 31), linear (s. Abbildung 1; n = 67) und oszillierend (s. Abbildung 2; n = 84).

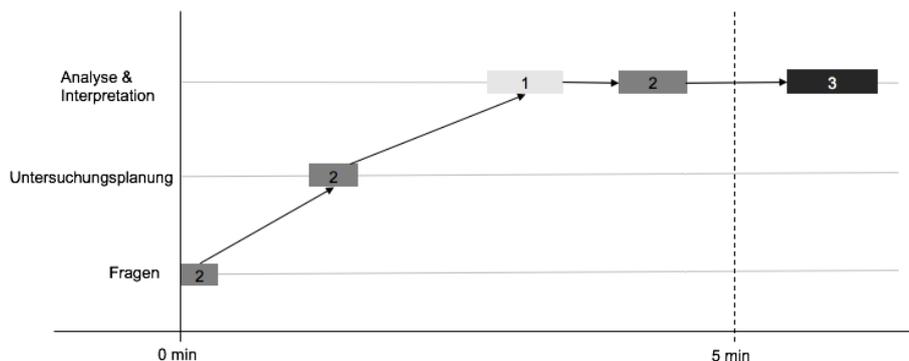


Abbildung 1: Lineare Kommunikationsstruktur (Fall 160115_0062: pH-Wert)

Vergleicht man die Verteilung dieser Kommunikationsstrukturen mit den zugrundeliegenden epistemischen Annahmen über die Untersuchung (Untersuchung von Fakten bzw. Zusammenhängen), dann zeigen sich durch einen Chi-Quadrat-Test höchstsignifikante Unterschiede ($\chi^2(1) = 40.149$; $p = <.001$). Es ist deutlich wahrscheinlicher, dass eine lineare Kommunikationsstruktur mit einer Untersuchung eines Faktus zusammenfällt (Odds Ratio = 2.63). Gleichzeitig ist es deutlich wahrscheinlicher, dass eine oszillierende Kommunikationsstruktur mit einer Untersuchung eines Zusammenhangs zusammenfällt (Odds Ratio = 8.33).

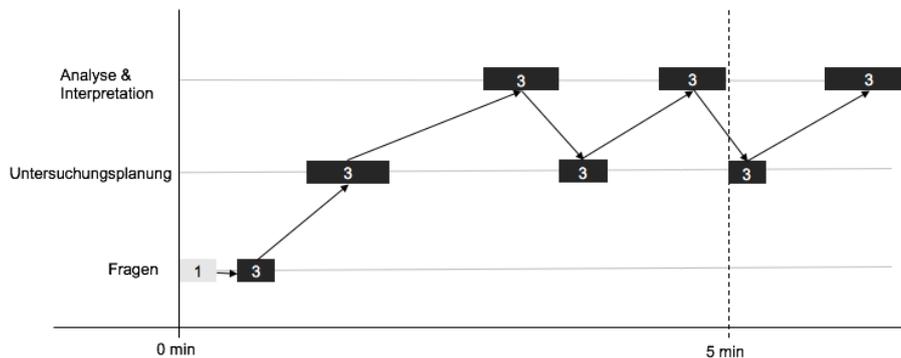


Abbildung 2: Oszillierende Kommunikationsstruktur (Fall 160131_0013: Reaktionspartner)

Grundsätzlich können aus diesen Ergebnissen zwei Schlussfolgerungen abgeleitet werden, die in weiteren Untersuchungen geprüft werden sollten. Erstens kann in einer öffentlichen, von einem hohen Maß an Freiwilligkeit der Teilnahme geprägten Lernumgebung eine Auseinandersetzung mit Erkenntnisgewinnung am chemischen Experiment erreicht werden. Zweitens scheint es einen Zusammenhang zwischen der epistemischen Grundlage einer Untersuchung (Fakten, Zusammenhang) und der in der Lehr-Lern-Umgebung resultierenden Kommunikationsstruktur (linear, oszillierend) zu geben.

In Zukunft könnte auf dieser Studie in drei Bereichen aufgebaut werden. Im Bereich der öffentlichen Vermittlung von Naturwissenschaften sollte diese Studie Mut machen, ambitionierte – auch über die Vermittlung von Fachwissen hinausgehende – Vermittlungsziele mit dem Einsatz von Mitmachexperimenten zu verbinden. Im Bereich der schulischen Vermittlung von Erkenntnisgewinnung sollten die Ergebnisse für eine gezielte Auswahl geeigneter Untersuchungen zur Vermittlung einzelner Aspekte naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sensibilisieren. Im Bereich der empirischen Forschung sollten einerseits die aus dieser Studie resultierenden Vermutungen mit stärker hypothesentestenden Designs überprüft werden. Andererseits kann die Analyse authentischer Kommunikation durch Kommunikationsgraphen auch für andere Vermittlungsinhalte mit gut beschriebenen Strukturen und Inhalten wie z.B. Modellierungs- oder Argumentationsprozesse genutzt werden (Justi & Gilbert, 2002; Osborne, 2012).

Dank

Die Autoren bedanken sich bei dem RESOLV Cluster of Excellence EXC 1069 (gefördert von der DFG) für die Unterstützung ihrer Forschung.

Literatur

- Allen, S. (1997). Using scientific inquiry activities in exhibit explanations. *Science Education*, 88, S17–S33.
- Baram-Tsabari, A., & Osborne, J. (2015). Bridging science education and science communication research. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(2), 135–144. <http://doi.org/10.1002/tea.21202>
- Braun, S., Strippel, C. G., & Sommer, K. (2017). Erkenntnisgewinnung in Schülervideos. In C. Maurer (Ed.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (S. 716–719). Regensburg: Universität Regensburg.
- Brückmann, M., & Duit, R. (2014). Videobasierte Analyse unterrichtlicher Sachstrukturen. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 189–201). Berlin: Springer.
- Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. M. (2003). Science Communication: A Contemporary Definition. *Public Understanding of Science*, 12(2), 183–202.
- Cresswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative and mixed methods*. Thousand Oaks: Sage.
- Domenici, V. (2008). The Role of Chemistry Museums in Chemical Education for Students and the General Public A Case Study from Italy. *Journal of Chemical Education*, 85(10), 1365–1367.
- Ebenezer, J., Kaya, O. N., & Ebenezer, D. L. (2011). Engaging students in environmental research projects: Perceptions of fluency with innovative technologies and levels of scientific inquiry abilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 94–116. <http://doi.org/10.1002/tea.20387>
- Efing, N., & Sommer, K. (2017). Qualitative Inhaltsanalyse von Gesprächen - ohne Transkription. In *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis* (S. 340–343). Regensburg: Universität Regensburg.
- Fleiss, J. L., & Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted Kappa and the interclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 33, 613–619.
- Gutwill, J. P., & Allen, S. (2010). Facilitating family group inquiry at Science Museum Exhibits. *Science Education*, 94(4), 710–742. <http://doi.org/10.1002/sce.20387>
- Honskamp, K. (2010). *Das Bild der Chromatographie in der Öffentlichkeit*. Ruhr-Universität Bochum.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling , teachers ' views on the nature of modelling , and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.
- Koenen, J., Emden, M., & Sumfleth, E. (2017). *Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung*. Münster: Waxmann.
- Kuo, C.-Y., Wu, H.-K., Jen, T.-H., & Hsu, Y.-S. (2015). Development and Validation of a Multimedia-based Assessment of Scientific Inquiry Abilities. *Int. Journal of Science Education*, 37(14), 2326–2357.
- Lehesvuori, S., Viiri, J., Rasku-Puttonen, H., Moate, J., & Helaakoski, J. (2013). Visualizing communication structures in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(8), 912–939.
- Luce, M. R., Goldman, S., Veal, T., & Al, L. E. T. (2016). Designing for family science explorations anytime, anywhere. *Science Education*, 101(2), 251–277. <http://doi.org/10.1002/sce.21259>
- Martius, T., Delvenne, L., & Schlüter, K. (2016). Forschendes Lernen: Verschiedene Konzepte, ein gemeinsamer Kern? *MNU*, 69(4), 220–228.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse* (11. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- NRC. (2009). *Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits*. (P. Bell, B. Lewenstein, A. W. Shouse, & M. A. Feder, Hrsg.). Washington, D.C.: National Academies Press.
- Osborne, J. (2012). The role of argument: learning how to learn in school science. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Hrsg.), *Second Int. Handbook of Science Ed.* (S. 933–949). Dordrecht: Springer.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. De, Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning : Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Silberman, R. G., Trautmann, C., & Merkel, S. M. (2004). Chemistry at a Science Museum. *Journal of Chemical Education*, 81(1), 51–53.
- Strippel, C. G., Sommer, K., & Kohlbauer, T. (2017). Forschung trifft Öffentlichkeit: Konzeption und empirische Untersuchung der Ausstellung "Völlig losgelöst." *Chemie in Unserer Zeit*, 51(1), 58–64.
- Strippel, C. G., Tomala, L., & Sommer, K. (2016). Are textbooks promoting scientific inquiry and nature of scientific inquiry? – The German situation. *Paper Presented at the Annual Meeting of NARST*.
- Ucko, D. A. (1986). An Exhibition on Everyday Chemistry. *Journal of Chem. Education*, 63(12), 1081–1086.
- Wellnitz, N., Fischer, H. E., Kauertz, A., Neumann, I., & Pant, H. A. (2012). Evaluation der Bildungsstandards – eine fächerübergreifende Testkonzeption für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 261–292.
- Wirtz, J., & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmungen und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Göttingen: Hogrefe.
- Zare, R. N. (1996). Where's the Chemistry in Science Museums? *Journal of Chemical Education*, 73(9), 198–199.