

Förderung der Risikokompetenz von Lernenden in Kenia im Kontext von Mykotoxinvergiftungen

Kenia ist ein Hochrisikogebiet für schimmelpilzbefallenen Mais, der als häufig konsumiertes Grundnahrungsmittel zu tödlichen Vergiftungen oder Krebserkrankungen führen kann. Im Projekt SoLFOOD werden unter anderem Schüler:innen mit Hilfe von Simulationen, Modellexperimenten und Serious Games für die Belastung von Ernteprodukten sensibilisiert und zu risikominimierenden Handlungsstrategien befähigt. Im Projekt wird die Intervention zunächst in Deutschland pilotiert und anschließend nach Kenia transferiert. Dabei wird die Risikokompetenz der Lernenden vor und nach der Intervention erfasst, um deren Wirksamkeit zu analysieren. Der Beitrag stellt die Intervention sowie das Evaluationsdesign vor.

Mykotoxinvergiftungen als risk-related issue (RRI)

Mais wird in Kenia hauptsächlich von Kleinbäuer:innen angebaut. Der Befall durch Schimmelpilze beim Maisanbau und die dadurch entstehende Kontamination mit Schimmelpilzgiften, sogenannten Mykotoxinen, stellt eine große Herausforderung dar (Omara et al., 2021). Zu den Mykotoxinen gehören beispielsweise Aflatoxine, die als stark mutagen und krebserregend gelten (Henry et al., 2002). Neben Langzeitfolgen durch den Verzehr belasteter Lebensmittel, wie beispielsweise die Erhöhung des Risikos an Nieren-, Lungen-, Darm- und vor allem Leberkrebs zu erkranken (Shabeer et al., 2022), stellt die akute Aflatoxinvergiftung (Aflatoxikose) einen weiteren Risikofaktor dar. Im Jahr 2004 wurden in Kenia 317 Ausbrüche akuter Aflatoxikose sowie 125 Tode durch Aflatoxinvergiftungen gemeldet (Lewis et al., 2005). Die Belastung durch Mykotoxine kann sowohl vor als auch nach der Ernte auftreten. Entscheidende Faktoren wie die Luftfeuchtigkeit, die Temperatur und Insektenbefall begünstigen das Wachstum der Schimmelpilze auf dem Feld und während der Lagerung (Shabeer et al., 2022). Belastete Ernteprodukte können somit nicht mehr als Nahrungsmittel für Menschen genutzt werden, ohne ein Gesundheitsrisiko darzustellen. Resultat sind sowohl wirtschaftliche als auch ernährungsphysiologische Verluste, die im Extremfall zu Hungerkrisen führen können. Damit stellt der Kontext von Mykotoxinvergiftungen einen risk-related issue (RRI) dar.

Das vom Bundesministerium für Landwirtschaft und Ernährung geförderte internationale Verbundprojekt SoLFOOD hat zum Ziel, einen Beitrag zur Verbesserung der kleinbäuerlichen Maisproduktionskette in Kenia zu leisten. Vor diesem Hintergrund gilt es, die lokale Bevölkerung für Gesundheitsrisiken zu sensibilisieren und dazu zu befähigen risikomindernde und nachhaltige Strategien zu ergreifen. Neben den Kleinbäuer:innen sind auch Schüler:innen der weiterführenden Schule relevante Multiplikatoren, da diese häufig in den Familien bei der Landwirtschaft unterstützen. Konkret soll durch Weiterbildungs- und Aufklärungsmaßnahmen insbesondere die Gesundheit der lokalen Bevölkerung wirksam vor akuten Aflatoxikoseausbrüchen und Langzeitfolgen geschützt werden. Dazu werden geeignete Interventionsmaßnahmen zur Förderung der Risikokompetenz entwickelt und evaluiert.

Risikokompetenz

Die Fähigkeit Risiken zu verstehen, zu interpretieren und zu evaluieren, um auf dieser Grundlage angemessene Entscheidungen treffen zu können, wird allgemein als Risikokompetenz bezeichnet (Aven, 2024; Garcia-Retamero et al., 2019). Um Risiken evaluieren und interpretieren zu können, ist zunächst erforderlich, den Begriff des Risikos zu operationalisieren. Hansen und Hammann (2017) differenzieren das Grundkonzept von Risiko in zwei gegensätzliche Paradigmen: Das Realist- und Constructivist-Paradigma. Das Realist Paradigma basiert auf einer objektiven Definition von Risiken, die auf statistischen Daten und mathematischem Risk-Assessment basiert. Diese Definition ist die naturwissenschaftliche Sichtweise auf das Konzept des Risikos und sieht Risiken als berechenbar an. Das Constructivist-Paradigma hingegen basiert auf einer subjektiven und intuitiven Definition von Risiken und steht in Zusammenhang mit der individuellen Risikowahrnehmung, die sich von den Einschätzungen des wissenschaftlichen Risk-Assessments unterscheiden kann. Zur gezielten Förderung von Risikokompetenz empfehlen Hansen & Hammann (2017), beide Ansätze zu berücksichtigen, wobei ein Zusammenspiel subjektiver und objektiver Elemente eine ganzheitliche Betrachtung individueller Risiken ermöglicht. Dazu formulieren die Autor:innen drei Kernkomponenten von RRI, die eine Basis zur Förderung der Risikokompetenz bilden könnten (Abbildung 1).

Die erste Kernkomponente „*Scientific knowledge and statistics / probability*“ ist aus dem Realist-Paradigma abgeleitet und fokussiert Fachwissen über den konkreten Risikokontext sowie eine statistische Grundbildung. Die Evaluation von Risiken in der Realität erfordert jedoch mehr als bloßes Fachwissen und das Grundverständnis von Wahrscheinlichkeiten und Statistik (Aven, 2020).

Dies ist in der zweiten Kernkomponente „*Knowledge about science*“ berücksichtigt, welches aus dem Constructivist-Paradigma abgeleitet ist (Hansen & Hammann, 2017). Der Fokus liegt dabei nicht nur auf dem Wissen über wissenschaftliches Arbeiten, der Datenerhebung sowie den daraus resultierenden möglichen Problemen der Reliabilität und Validität von Daten, sondern auch auf der Rolle von Wissenschaft in der Gesellschaft. Die Kernkomponente thematisiert außerdem, wie die Haltung und Wahrnehmung von Wissenschaftler:innen und der potentielle Einfluss verschiedener Interessengruppen auf Studien einwirken können. Beide Paradigmen werden schließlich in der dritten Kernkomponente „*Risk Assessment*“ verbunden. Im Rahmen dieser Komponente geht es um die Identifikation und Evaluation von Risiken unter der Berücksichtigung von möglichen Alternativen. Von zentraler Bedeutung sind Risiko-Nutzen-Analysen, auf deren Grundlage Risikoentscheidungen begründet werden können. Interventionsmaßnahmen, welche die Förderung der Risikokompetenz von Lernenden zum Ziel haben, sollten diese Kernkomponenten von RRI bei der Konzeption berücksichtigen.

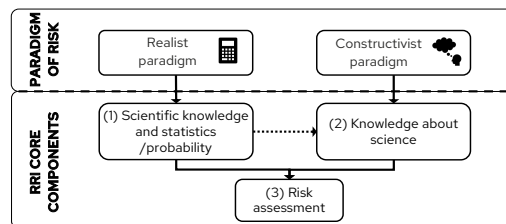


Abb. 1: Paradigmen von Risiko und die drei Kernkomponenten von risk-related issues, basierend auf dem Modell nach Hansen & Hammann (2017)

Methodisches Vorgehen

Zunächst erfolgt die literaturbasierte Entwicklung von Lernmaterialien, die die drei Kernkomponenten von RRI gezielt und kontextbezogen adressieren. Die erste Kernkomponente fokussiert die Vermittlung von Fachwissen über den Risikokontext sowie statistische Grundbildung.

Hierzu eignet sich ein gezielter Einsatz digitaler Technologien zur Darstellung und Kommunikation des Risikos (Aven, 2024). Zur Visualisierung natürlicher Häufigkeiten sind zudem Piktogramme und icon arrays geeignet (Galesic et al., 2009; Garcia-Retamero & Cokely, 2017). Heuckmann et al. (2024) empfehlen im Rahmen der Förderung der statistischen Komponente der Risikokompetenz den Einsatz computerbasierter Simulationen, in denen durch die Variation von Einflussfaktoren eine Kovariation des Risikos dargestellt wird. Daher bietet sich die Entwicklung einer interaktiven Simulation zur Förderung der ersten Kernkomponente an. In Bezug auf die Förderung der Risikokompetenz von Lernenden wurde in mehreren Studien der Einsatz von Hands-on-Materialien untersucht (Martignon & Krauss, 2009; Till, 2014). Die direkte und eigenständige Interaktion mit dem Lerninhalt, die durch Hands-on-Materialien ermöglicht wird, kann das Lernen des Fachinhalts fördern (Kontra et al., 2015). In naturwissenschaftlichen Kontexten hat sich das Schüler:innenexperiment etabliert, das von den Vorteilen von Hands-on-Materialien profitiert. Durch eigenständiges Experimentieren erlangen Schüler:innen Kenntnisse über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und Methoden (Emden et al., 2019). Aus diesem Grund werden zur gezielten Förderung der zweiten Kernkomponente Hands-on Experimente entwickelt. Bergen die Originalsubstanzen in einem Experiment, wie in diesem Fall Schimmelpilze und Aflatoxine, ein zu hohes Gefahrenpotential, so eignen sich Modellexperimente, in denen eingesetzte Stoffe durch weniger gefährliche Substanzen mit analogen Verhaltensweisen substituiert werden können (Sommer et al., 2017). In Bezug auf die Ausbildung von Risikokompetenz wurden Modellexperimente bereits von Heuckmann und Hansen (2019) in der Rauchprävention eingesetzt, um die Gesundheitsrisiken von Zigaretten zu demonstrieren. Die Wirksamkeit von Schüler:innenexperimenten im Kontext der Risikokompetenz stellt aktuell jedoch eine Forschungslücke dar, weshalb die Evaluation dieser Methode von besonderem Forschungsinteresse ist. Zur Förderung der dritten Kernkomponente eignen sich sogenannte Serious Games. Dabei handelt es sich um Spiele, die nicht nur der Unterhaltung, sondern auch der Vermittlung von Lerninhalten dienen (Blötz, 2015). In Studien von Taillandier & Adam (2018) sowie Mason & Loader (2019) wurde diese Methode eingesetzt, um Risikomanagement oder Risikobewertung zu fördern. Der Einsatz von Serious Games bietet den Vorteil, dass Lernende in einer simulierten Risikosituation das Treffen von Risikoentscheidungen üben, ohne dass ein reales Risiko vorhanden ist (Blötz, 2015). Nach der Konzeption der Simulationen, Modellexperimente und des Serious Games wird eine längsschnittlichen Interventionsstudie durchgeführt, die die Forschungsfrage beantworten soll, inwiefern Lernmaterialien, die sich an den Kernmomenten von RRI orientieren, die Risikokompetenz von Jugendlichen fördern. Um die Risikokompetenz zu messen, wurde der Berlin Numeracy Test entwickelt (Cokely et al., 2012). Der Test fokussiert vor allem die statistische Kompetenz und bildet damit das Realist-Paradigma ab. Allerdings spiegeln die Ergebnisse nicht das gesamte Kompetenzkonstrukt wider, da die subjektiven Elemente des Constructivist-Paradigmas nicht berücksichtigt werden. Zur Datenerhebung wird der Berlin Numeracy Test deswegen mit Fragebögen zu Risikowahrnehmung kombiniert. Die Pilotierung der Testinstrumente findet sowohl in Kenia als auch in Deutschland statt. Die Lernmaterialien hingegen werden zunächst in Deutschland erprobt und anschließend auf ihre Übertragbarkeit nach Kenia geprüft und gegebenenfalls angepasst. Die Hauptstudie findet in kenianischen weiterführenden Schulen statt. Die daraus abgeleiteten Erkenntnisse leisten einen Beitrag zur Theoriebildung und generieren unterrichtspraktische Implikationen.

Literatur

- Aven, T. (2020). *The Science of Risk Analysis - Foundation and Practice*. Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780429029189>
- Aven, T. (2024). Risk literacy: Foundational issues and its connection to risk science. *Risk Analysis*, 44(5), 1011–1020. <https://doi.org/10.1111/risa.14223>
- Blötz, Ulrich. (2015). *Planspiele und Serious Games in der beruflichen Bildung Auswahl, Konzepte, Lernarrangements, Erfahrungen - aktueller Katalog für Planspiele und Serious Games 2015*. Bertelsmann.
- Cokely, E. T., Galesic, M., Schulz, E., Ghazal, S., & Garcia-Retamero, R. (2012). Measuring risk literacy: The Berlin numeracy test. *Judgment and Decision Making*, 7(1), 25–47. <https://doi.org/10.1017/s1930297500001819>
- Emden, M., Bewersdorff, A., & Baur, A. (2019). Kann Experimentieren in der Schule bilden? - Ein Beitrag zur bildungstheoretischen Legitimation eines selbstverständlichen Gegenstandes des Naturwissenschaftsunterrichts. *Zeitschrift Für Pädagogik*, 65(5), 710–729.
- Galesic, M., Garcia-Retamero, R., & Gigerenzer, G. (2009). Using Icon Arrays to Communicate Medical Risks: Overcoming Low Numeracy. *Health Psychology*, 28(2), 210–216. <https://doi.org/10.1037/a0014474>
- Garcia-Retamero, R., & Cokely, E. T. (2017). Designing Visual Aids That Promote Risk Literacy: A Systematic Review of Health Research and Evidence-Based Design Heuristics. In *Human Factors* (Vol. 59, Issue 4, pp. 582–627). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/0018720817690634>
- Garcia-Retamero, R., Sobkow, A., Petrova, D., Garrido, D., & Traczyk, J. (2019). Numeracy and Risk Literacy: What Have We Learned so Far? *Spanish Journal of Psychology*, 22. <https://doi.org/10.1017/sjp.2019.16>
- Hansen, J., & Hammann, M. (2017). Risk in Science Instruction: The Realist and Constructivist Paradigms of Risk. *Science and Education*, 26, 749–775. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9923-1>
- Henry, S. H., Bosch, F. X., & Bowers, J. C. (2002). Aflatoxin, Hepatitis and worldwide liver cancer risks. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 504, 229–233.
- Heuckmann, B., Binder, K., Eichler, A., Krüger, D., Romeike, R., & Kremer, K. (2024). Förderung von MINT-Kompetenzen mit Simulationen - Eine Standortbestimmung zu Modellierkompetenz, Risikokompetenz und zum Umgang mit Unsicherheit. In M. Hemmer (Ed.), *Fachdidaktik im Zentrum von Forschungstransfer und Transferforschung Beiträge der GFD-ÖGFD-Tagung Wien 2022* (pp. 357–370). Waxmann.
- Heuckmann, B., & Hansen, J. (2019). »Risk as feeling – Risk as analysis«. Risikokompetenz in der Gesundheitsbildung der Sekundarstufe I. Ein Unterrichtsvorschlag am Beispiel der Rauchprävention. *Der Mathematische Und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 72(2), 153–158.
- Kontra, C., Lyons, D. J., Fischer, S. M., & Beilock, S. L. (2015). Physical Experience Enhances Science Learning. *Psychological Science*, 26(6). <https://doi.org/10.1177/0956797615569355>
- Lewis, L., Onsongo, M., Njapau, H., Schurz-Rogers, H., Lubet, G., Kieszak, S., Nyamongo, J., Backer, L., Dahiye, A. M., Misore, A., DeCock, K., Rubin, C., & Kenya Aflatoxicosis Investigation Group. (2005). Aflatoxin contamination of commercial maize products during an outbreak of acute aflatoxicosis in eastern and central Kenya. *Environmental Health Perspectives*, 113(12), 1763–1767. <https://doi.org/10.1289/ehp.7998>
- Martignon, L., & Krauss, S. (2009). Hands-on activities for fourth graders: A tool box for decision-making and reckoning with risk. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 4(3). www.iejme.com
- Mason, J., & Loader, K. (2019). Using a Serious Game to Train Violence Risk Assessment and Management Skills. *Simulation and Gaming*, 50(2), 124–135. <https://doi.org/10.1177/1046878119837314>
- Omara, T., Kiprop, A. K., Wangila, P., Wacoo, A. P., Kagoya, S., Nteziyaremye, P., Peter Odero, M., Kiwanuka Nakiguli, C., & Baker Obakiro, S. (2021). The Scourge of Aflatoxins in Kenya: A 60-Year Review (1960 to 2020). In *Journal of Food Quality* (Vol. 2021). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2021/8899839>
- Shabeer, S., Asad, S., Jamal, A., & Ali, A. (2022). Aflatoxin Contamination, Its Impact and Management Strategies: An Updated Review. *Toxins*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/toxins14050307>
- Sommer, K., Toschka, C., Schröder, L., Schröder, T. P., Steff, H., & Fischer, R. (2017). Modellexperimente im Chemieunterricht Ein Beitrag zur Definition des Begriffes Modellexperiment und zur Bestimmung des Modellierungsgrades. *Chemkon*, 24, 13–19. <https://doi.org/10.1002/ckon.201710288>
- Taillandier, F., & Adam, C. (2018). Games Ready to Use: A Serious Game for Teaching Natural Risk Management. *Simulation and Gaming*, 49(4), 441–470. <https://doi.org/10.1177/1046878118770217>
- Till, C. (2014). Fostering Risk Literacy in Elementary School. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 9(2), 83–96.