

Lisa Birk & Daniel Frischemeier

Durchgängigkeit als fundamentales Ziel: Statistisches Denken vom Elementarbereich bis zur Sekundarstufe I fördern

Zusammenfassung

In der heutigen Zeit spielen Daten eine zentrale Rolle in Entscheidungsprozessen. Diese Bedeutung spiegelt sich zunehmend auch im Mathematikunterricht wider, in welchem der kompetente Umgang mit Daten zu einem unverzichtbaren Bestandteil von Bildung wird. Um den Herausforderungen eines datenbasierten Denkens gewachsen zu sein, ist ein tragfähiges statistisches Denken essenziell, das durchgängig und langfristig gefördert werden muss. Der vorliegende Beitrag stellt grundlegende Ideen und Lehr-Lernarrangements zur systematischen und durchgängigen Förderung des statistischen Denkens vor.

Einleitung

In Zeiten der Digitalisierung, von Data Science und Künstlicher Intelligenz ist eine grundlegende stochastische Kompetenz von entscheidender Bedeutung. So erklären diese beispielsweise grundlegende Prinzipien des maschinellen Lernens und sind somit für das Verständnis dieser neuen Entwicklungen von großer Relevanz (Batanero & Álvarez-Arroyo, 2024). Zur Förderung der Mündigkeits- und Demokratiebildung und in Anbetracht der wachsenden Relevanz von Daten für die Gesellschaft (Engel & Ridgway, 2023), nimmt der kompetente Umgang mit Daten im neuen österreichischen Volksschul-Lehrplan für das Fach Mathematik nun auch eine bedeutendere Rolle ein (Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2024) – was die Frage nach einer unterrichtlichen Umsetzung aufwirft, die ab Beginn der Elementarstufe durchgängig und verstehensorientiert die stochastischen Kompetenzen der Lernenden auf- und ausbaut.

Bereits im Elementar- und frühen Primarbereich können erste Erfahrungen im Bereich der Stochastik gesammelt werden – beispielsweise können grundlegende Operationen der Datenexploration, wie das Sortieren und Ordnen, spielerisch mit Piktogramm-Datenkarten oder Steckwürfeln erlernt und erprobt werden (siehe z.B. Guimarães & Oliveira, 2018 oder Frischemeier & Kuzu, 2024). Die händische Nutzung von Materialien wie Datenkarten oder Steckwürfeln eröffnet den Weg hin zu traditionellen Datendarstellungen wie Säulen- oder Balkendiagrammen, die so gemeinsam erarbeitet werden können. Im weiteren Verlauf der schulischen Bildung bieten digitale Werkzeuge wie TinkerPlots oder CODAP die Möglichkeit, auch umfangreiche Datensätze nach eigenen Fragestellungen zu explorieren und damit auf die gemachten händischen Erfahrungen aufzubauen (siehe z.B. Frischemeier & Biehler, 2024). So kann auch mithilfe digitaler Werkzeuge eine Durchgängigkeit bis in die Sekundarstufe ermöglicht werden.

Insgesamt lassen sich die folgenden Ideen für eine ganzheitliche und durchgängige Förderung eines statistischen Denkens herauskristallisieren (Frischemeier & Biehler, 2025):

- Einen Datenanalysezyklus selbst erleben und statistische Fragestellungen entwickeln
- Fundamentale Datenoperationen früh und auf verschiedenen Repräsentationsebenen kennenlernen
- Digitale Werkzeuge nutzen, um umfangreiche Datensätze nach eigenen Fragestellungen explorieren zu können
- Nicht nur Verteilungen kategorialer Merkmale betrachten, sondern auch Verteilungen numerischer Merkmale berücksichtigen
- Kontexte aus der Lebenswirklichkeit der Kinder nutzen

Im Folgenden soll zunächst das Konstrukt des statistischen Denkens erläutert werden und schließlich die Erläuterung des zweiten Aspekts „Fundamentale Datenoperationen früh und auf verschiedenen Repräsentationsebenen kennenlernen“ im Fokus stehen.

Statistisches Denken als Schlüssel zur statistischen Allgemeinbildung

Statistisches Denken ist die Grundlage für einen kompetenten Umgang mit Daten, welcher insbesondere in der aktuellen Zeit fundamental ist. Wenn man den Bildungsauftrag der Schule zu mündigen Bürger:innen ernst nimmt, sollte eine statistische Allgemeinbildung früh und durchgängig realisiert werden. Dass Grundlagen statistischen Denkens bereits im Elementar- und Primarbereich gefördert werden können, wird z.B. in den zahlreichen Beispielen und empirischen Studien in Leavy et al. (2018) deutlich.

Für eine Annäherung an das Konzept der statistischen Allgemeinbildung differenzieren Ben-Zvi und Garfield (2004) die drei Bereiche „Statistical Literacy“, „Statistical Reasoning“ and „Statistical Thinking“: „Statistical literacy includes the skills that might be used to understand statistical information or research results. Statistical reasoning is the way in which people reason with statistical ideas and make sense out of statistical information. Statistical thinking involves an understanding of why and how statistical investigations are conducted and the “big ideas” that underlie statistical investigations.” (Ben-Zvi und Garfield 2004, S. 7)

Alle hierin beschriebenen Kompetenzen und Denkweisen sind wesentlich für einen kompetenten Umgang mit Daten und sollten somit im Mathematikunterricht aufgegriffen werden.

Neben diesen Teilbereichen einer statistischen Allgemeinbildung beschreiben Wild & Pfannkuch (1999) dazu den „investigative cycle“ (siehe Abbildung 1), welcher die verschiedenen Schritte einer Datenanalyse abbildet. Ausgehend von einer realweltlichen Problemstellung („*Problem*“) muss in einer statistischen Untersuchung zunächst ein Plan für die Lösung dessen („*Plan*“) aufgestellt werden. Entsprechend dieses Planes werden dann zunächst Daten erhoben oder ein bereits erhobener Datensatz konsultiert („*Data*“), die Daten dann dargestellt und analysiert („*Analysis*“) sowie in einem letzten Schritt für die Lösung der Problemstellung interpretiert („*Conclusion*“) (Wild & Pfannkuch, 1999). Diese fünf Phasen des PPDAC-Zyklus werden als wichtige Schritte bei der Durchführung eines statistischen Projektes angesehen – welche idealerweise auch eine Unterrichtseinheit zur Stochastik in der Volksschule strukturieren sollten, indem die Schüler:innen z.B. in Gruppen ein statistisches Projekt eigenständig vollständig durchlaufen (siehe zweiter Aspekt für eine ganzheitliche und durchgängige Förderung eines statistischen Denkens).

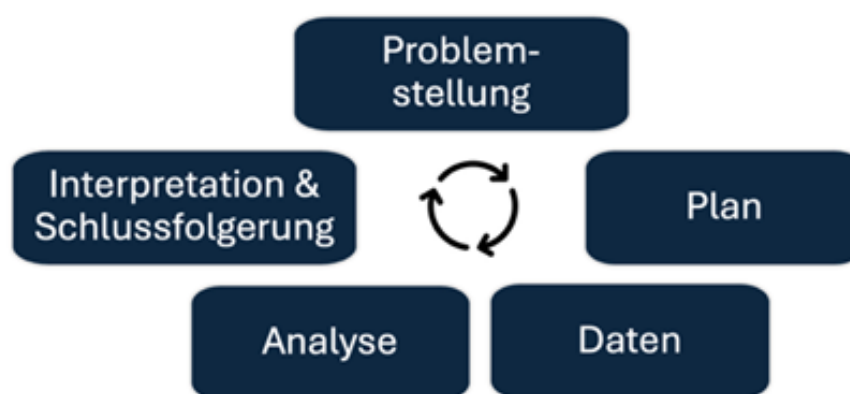


Abb. 3: Die fünf Phasen des PPDAC-Zyklus nach Wild und Pfannkuch (1999): eigene Darstellung

Auch mit Blick auf den österreichischen Lehrplan ist die kontinuierliche Förderung des statistischen Denkens ab einem frühen Bildungsstadium notwendig und spätestens seit der Überarbeitung des Lehrplans für die Volksschule auch explizit gefordert (Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2024). Die Änderungen zielen dabei auf eine frühzeitige unterrichtliche Thematisierung von Daten, deren Erhebung, Darstellung und Interpretation ab (S. 81–83). Damit knüpft der Lehrplan der Volksschule an den zuvor beschriebenen Datenanalysekreislauf an.

Die Förderung jener Kompetenzen sollte hierbei als Teil eines qualitätvollen Mathematikunterrichts stattfinden, der den Prinzipien der kognitiven Aktivierung, Lernenden-Orientierung & Adaptivität, Kommunikationsförderung, Verstehensorientierung und Durchgängigkeit folgt (Holzäpfel et al., 2024).

Aufbau eines tragfähigen statistischen Denkens am Beispiel der durchgängigen Nutzung fundamentaler Datenoperationen

Im Folgenden stellen wir vor, wie die Förderung von ersten stochastischen Kompetenzen ab dem Elementarbereich im Sinne der Durchgängigkeit gefördert werden kann (siehe Birk, 2024a; Birk, 2024b; Frischemeier & Biehler, 2024). Wir konzentrieren uns im Folgenden ausschließlich auf die Umsetzung von Durchgängigkeit beim Erleben von Datenoperationen bei der Exploration mit Datenkarten von der Volksschule bis zur Sekundarstufe I.

Die Datenoperationen Trennen und Stapeln

Nachdem sich die Lernenden bei der Durchführung eines statistischen Projekts im Rahmen des PPDAC-Zyklus auf eine Forschungsfrage geeinigt haben, werden die Daten erhoben (Problem und Plan). Dies kann beispielsweise durch eine Umfrage oder die Sichtung bereits erhobener Daten erfolgen (Daten). Im nächsten Schritt werden die Daten analysiert und exploriert (Analyse). Die Analyse und Exploration von Daten sollte bereits im Elementarbereich angebahnt werden (siehe z.B. Guimarães & Oliveira, 2018 oder Frischemeier & Kuzu, 2024). Eine zentrale und übergreifende Idee ist, Datenoperationen wie Trennen (Klassifizieren) und Stapeln (zur visuellen Analyse Anordnen) auf verschiedenen Ebenen und in spiralförmigen Lernprozessen erfahrbar zu machen und in den Primarbereich hinein weiterzuentwickeln. Neubert (2012) schlägt in Anlehnung an das EIS-Prinzip verschiedene Stufen des Erfahrbarmachens von Datenoperationen auf verschiedenen

Repräsentationsebenen vor. Mit Blick auf Durchgängigkeit und spiralförmiges Lernen können Lernende fundamentale Datenoperationen wie Trennen und Stapeln auf verschiedenen Ebenen kennenlernen. Dabei ist die Fähigkeit zur Klassifizierung, die bereits im Vorschulbereich entwickelt werden sollte (Clements & Sarama, 2021) und auch im österreichischen Volksschullehrplan als Teil der mathematischen Früherziehung benannt wird (Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2024), eine wesentliche Voraussetzung für das Sortieren und Ordnen von Objekten und Daten. Insbesondere sollten Kinder im Vorschulalter in der Lage sein, Objekte nach bestimmten Kriterien zu unterscheiden und zu beurteilen, ob sie in eine bestimmte Gruppe gehören oder nicht (Benz et al., 2015). Bereits im Elementarbereich und in der Schuleingangsphase können Kinder Piktogramm-Datenkarten zum Sortieren, Kategorisieren und Ordnen nutzen, ohne dabei auf Lesefertigkeiten zurückgreifen zu müssen und erste Erfahrungen im Bereich der Datenexploration sammeln. Wenn die Datenkarten angeordnet sind, geht es darum, Informationen aus diesen Datendarstellungen zu entnehmen (Interpretation & Schlussfolgerung). Dabei hilft die Unterscheidung des Interpretationsniveaus in „Lesestufen“ (Friel et al., 2001): Die erste Stufe, das Lesen der Daten (reading the data), und die zweite Stufe, das Lesen zwischen den Daten (reading between the data), können zur Anwendung kommen. Die dritte Stufe, das Lesen hinter den Daten (reading beyond the data), wird häufig in der Volksschule vernachlässigt, kann aber mithilfe geeigneter Materialien zum Hintergrund der Daten bereits angeregt werden und spielt eine entscheidende Rolle für einen späteren, kritischen Umgang mit Daten (Birk, 2024a).

Im Folgenden konzentrieren wir uns auf die Exploration von kleineren Datensätzen mit konventionellen Datenkarten, beschreiben die Umsetzung der fundamentalen Datenoperationen Trennen und Stapeln an Beispielen aus der Unterrichtspraxis und stellen darauf aufbauend knapp die Datenexploration von umfangreichen Datensätzen mittels des digitalen Werkzeugs CODAP dar.

Datenexploration mit Datenkarten auf enaktiver und ikonischer Ebene

Datenkarten (entweder in Form von Piktogramm-Datenkarten oder aber als quadratische Notizzettel – siehe Abbildung 2) stellen einen geeigneten Ausgangspunkt für die Durchführung erster fundamentaler Datenoperationen dar und lassen im Verlauf der Primarstufe die gemeinsame Entwicklung von Säulen- und Balkendiagrammen auf den verschiedenen Repräsentationsebenen erfahrbar werden. Auf Datenkarten werden dafür Daten der Kinder zu Merkmalen gesammelt, die für die entwickelte Fragestellung des statistischen Projekts von Bedeutung sind. Im Elementarbereich bietet sich dafür die Nutzung von Piktogrammen an, die den Kindern auch ohne Lesefertigkeiten ermöglicht, die notwendigen Informationen zu entnehmen.

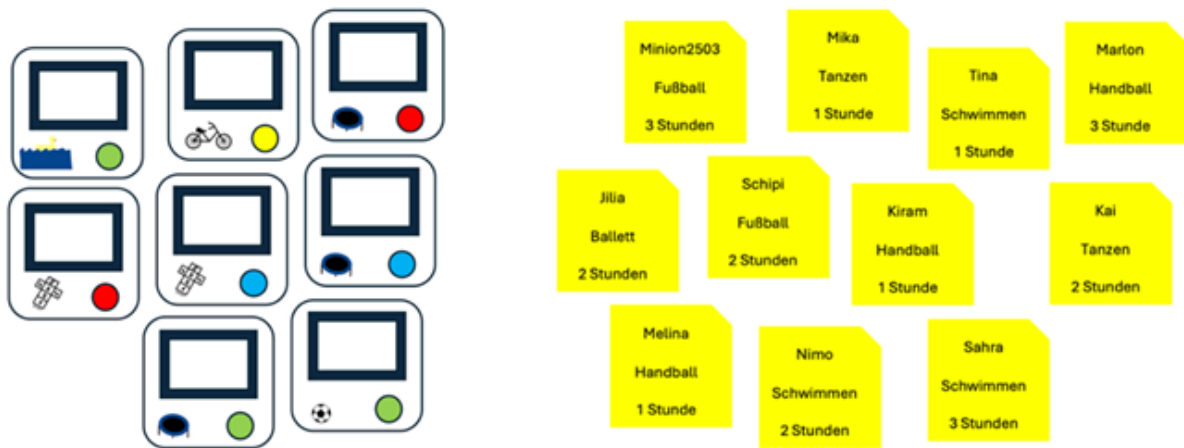


Abb. 2: Piktogramm-Datenkarten (links) zu den kategorialen Merkmalen Lieblingshobby und -farbe und symbolische Datenkarten (rechts) zum kategorialen Merkmal Lieblingssport und zum numerischen Merkmal Sportstunden pro Woche

Diese Datenkarten können dann zunächst betrachtet und nach vorhandenen Merkmalsausprägungen getrennt werden (Datenoperation Trennen). Dabei werden diejenigen Datenkarten zusammengelegt, die die gleiche Merkmalsausprägung aufweisen. Betrachtet man die Beispiele aus Abbildung 2, so würden sich bei den Piktogramm-Datenkarten die Lieblingsfarbe der Kinder anbieten, bei den symbolischen Datenkarten beispielsweise die Sportstunden pro Woche (siehe Abbildung 3).



Abb. 3: Symbolische Datenkarten getrennt nach den Ausprägungen des numerischen Merkmals Sportstunden pro Woche

Im Fall von numerischen Daten kann in diesem Schritt bereits eine Ordnung der Merkmalsausprägungen vorgenommen werden (hier von 1 über 2 bis hin zu 3 Stunden Sport pro Woche) – wir sehen, dass wir ein eigentlich numerisches Merkmal wie die wöchentliche Sportzeit in diesem Fall zunächst auch kategorisieren können. Dies erleichtert die Darstellung im Säulendiagramm, weshalb der Abstand auf der x-Achse nicht maßstabsgetreu abgebildet werden muss. Zu einem späteren Zeitpunkt kann mithilfe solcher Merkmale der Übergang zu den Besonderheiten numerischer Merkmale, wie beispielsweise der Ermittelbarkeit von Mittelwerten, geschaffen werden. Um im Sinne eines Spiralcurriculums auf den Erfahrungen zum Trennen und Ordnen aufzubauen und daraus weitere Lerngelegenheiten zu generieren, können die symbolischen Datenkarten in der Schuleingangsphase nun gestapelt werden (Datenoperation Stapeln). In diesem Schritt werden die quadratischen Datenkarten nahtlos übereinandergelagt, ausgehend von einer gemeinsamen Startlinie. Die Datenstapel der verschiedenen Merkmalsausprägungen können nun umrandet werden, um die Säulen des Säulendiagramms zu

erschaffen. Gemeinsam sollte die Idee entwickelt werden, wie möglichst schnell der Informationsgehalt des Diagramms abgelesen werden kann – Ziel ist es hierbei, die Nutzung von Achsen und Achsenbeschriftungen gemeinsam zu entwickeln. Das selbst erstellte Diagramm kann anschließend als Ausgangspunkt genutzt werden, um erste Dateninterpretationen auf den verschiedenen Leseniveaus anzuregen. Fragestellungen zur Häufigkeit von Merkmalsausprägungen oder der Bedeutung der einzelnen Säulen sprechen hierbei zunächst das Lesen der Daten an. Bei Fragen nach dem Häufigkeitsvergleich von verschiedenen Merkmalsausprägungen wird explizit die Stufe des Lesens zwischen den Daten angesprochen. Um das Lesen hinter den Daten bereits in der Volksschule zugänglich zu machen, könnte in diesem Beispiel überlegt werden, ob das Diagramm wohl in einer Klasse einer Sportschule oder für ältere Kinder anders aussehen würde.

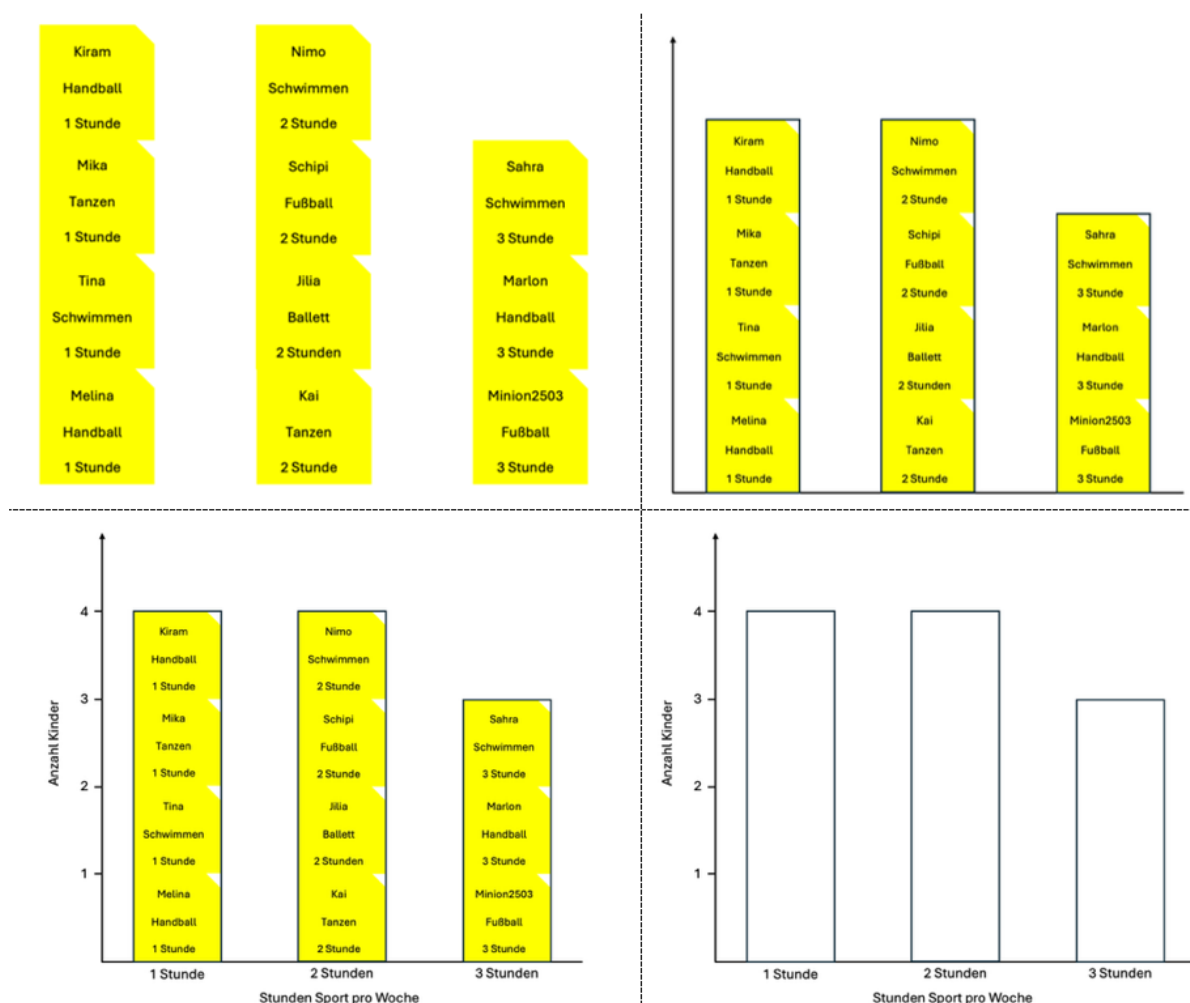


Abb. 4: Entstehung eines Datenkarten-Säulendiagramms zur Verteilung des numerischen Merkmals Sportstunden pro Woche

Um nun in den späteren Schulstufen der Volksschule im Sinne der Durchgängigkeit an die gemachten Erfahrungen anzuknüpfen, können zusätzlich erste bivariate Datenexplorationen, ausgehend von der Nutzung von haptischen Datenkarten, angeregt werden. Bivariate Datenexplorationen gehen dabei Fragestellungen nach, die sich auf zwei erhobene Merkmale beziehen. In unserem Beispiel (siehe Abbildung 5) wäre dies die Frage, ob Ballsportler:innen wöchentlich mehr Zeit mit Sport verbringen. Hierzu wird zunächst das Diagramm aufgebaut,

indem die nach dem ersten Merkmal getrennten Datenkarten (siehe Abbildung 3) zusätzlich nach dem zweiten relevanten Merkmal getrennt werden (siehe Abbildung 5 links). Hier werden nun also zwei Verteilungen geschaffen, indem innerhalb der oberen Zeile das gestapelte Datenkarten-diagramm für die Kinder, die keinen Ballsport machen, und in der unteren Zeile das Diagramm für die Ballsportler:innen erstellt wird. Analog zum oben beschriebenen Vorgehen können beide Diagramme nun zunächst individuell interpretiert und dann verglichen werden – der Gruppenvergleich (in diesem Beispiel Ballsportler:innen vs. Nicht-Ballsportler:innen) kann an dieser Stelle dazu beitragen, dass hierarchiehöhere Leseniveaus, besonders das Lesen zwischen den Daten, erreicht werden (Konold & Higgins, 2003).

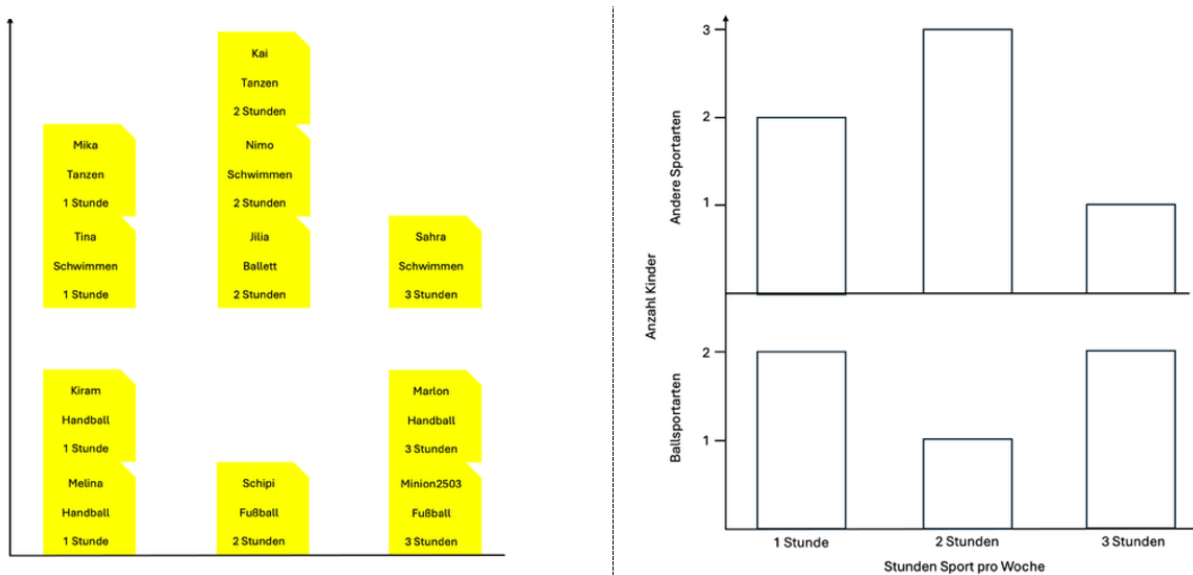


Abb. 5: Bivariate Exploration mit Datenkarten zum Zusammenhang der Merkmale Sportstunden pro Woche und Ballsportart (numerisches und kategoriales Merkmal)

Datenexploration mit digitalen Werkzeugen als Hilfsmittel für die Durchgängigkeit zum Mathematikunterricht der Sekundarstufe I

Die Erfahrungen, die nun händisch mit analogem Material primär auf der enaktiven und ikonischen Darstellungsebene gemacht wurden, können mithilfe von digitaler Software nun auf größere Datensätze übertragen werden. Dafür bieten sich die Software TinkerPlots (www.tinkerplots.com) oder die kostenlose Web-Applikation CODAP (<https://codap.concord.org>; siehe Abbildung 6) an, da beide ebenfalls mithilfe der kennengelernten Datenoperationen arbeiten.

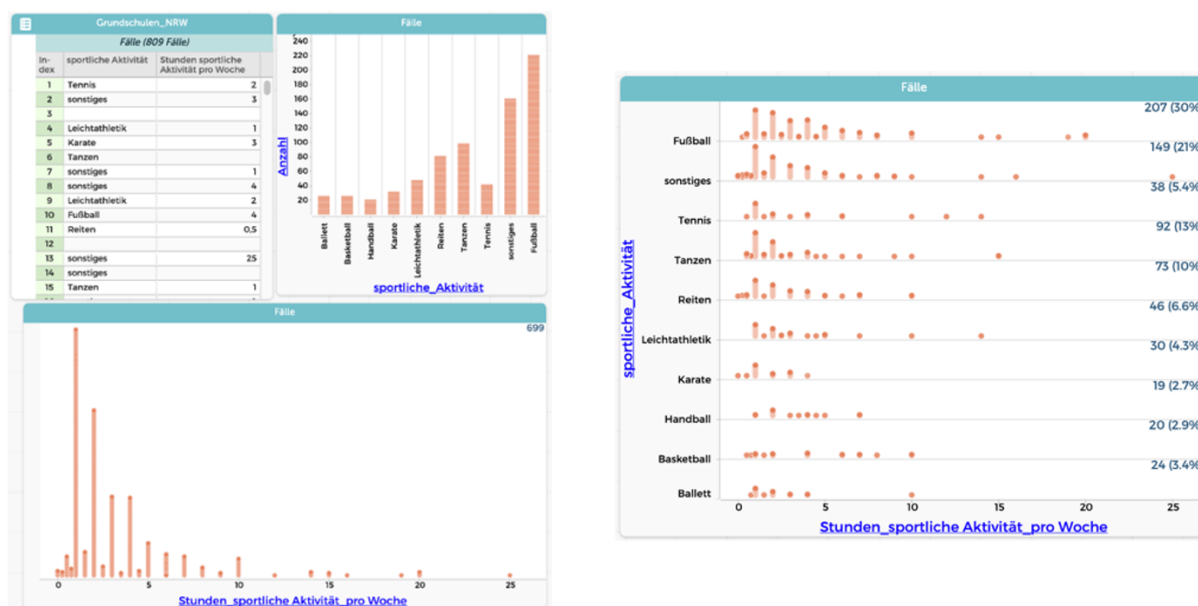


Abb. 6: CODAP Beispiel aus dem Beispiel-Datensatz „Grundschulen NRW“
(<https://codap.concord.org/app/static/dg/de/cert/index.html#file=examples:Grundschulen%20NRW>)

Dort bieten umfangreiche Beispieldatensätze den Lernenden die Möglichkeit, diese zu explorieren und mithilfe der Datenoperationen Diagramme zu erstellen, ohne einzelne Datenkarten händisch trennen und anordnen zu müssen. Darüber hinaus können digitale Werkzeuge auch unterstützen, das Verständnis von Verteilungen numerischer Daten zu fördern: Grundschüler:innen können in gestapelten Punktdiagrammen (analog zu den entwickelten gestapelten Datenkartendiagrammen) bereits mittlere Häufungsbereiche identifizieren und sogenannte "Datenhüte" nutzen, um Verteilungen numerischer Merkmale zu beschreiben oder sogar zu vergleichen (Frischemeier, 2018). Diese Konzepte lassen sich in der Sekundarstufe I zu konventionellen Lage- und Streumaßen wie dem Median oder dem Interquartilsabstand weiterentwickeln. Des Weiteren kann in der Sekundarstufe I verstärkt das dritte Leseniveau reading beyond the data adressiert werden, indem beispielsweise der Datenanalysezyklus rückwärts von getätigten Dateninterpretationen zu den tatsächlichen Daten durchlaufen wird und die Daten auf ihre Repräsentativität oder einen möglichen Bias überprüft werden (Birk, 2024b).

Genauere Hinweise zur Nutzung und dem Einsatz von den genannten digitalen Werkzeugen finden sich bei Frischemeier und Biehler (2024).

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Förderung eines frühen und kontinuierlichen statistischen Denkens von entscheidender Bedeutung für die Ausbildung mündiger Bürger:innen ist. Um eine ganzheitliche Förderung des statistischen Denkens zu gewährleisten und dieses bereits im Mathematikunterricht der Volksschule zu initiieren, haben wir uns in diesem Artikel auf das Aufzeigen der Durchgängigkeit anhand fundamentaler Datenoperationen auf verschiedenen Repräsentationsebenen konzentriert. Durch solch eine gezielte Förderung der Durchgängigkeit des statistischen Denkens vom Elementarbereich bis zur Sekundarstufe I können Schüler:innen der Primarstufe auf die Herausforderungen einer datengetriebenen Welt vorbereitet werden.

Literatur

- Batanero, C., & Álvarez-Arroyo, R. (2024). *Teaching and learning of probability*. ZDM–Mathematics Education, 56(1), 5-17. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01511-5>
- Ben-Zvi, D., Makar, K., & Garfield, J. (2018): *International handbook of research in statistics education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7>
- Benz, C., Peter-Koop, A., & Grüßing, M. (2015): *Frühe mathematische Bildung. Mathematiklernen der Drei- bis Achtjährigen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2633-8>
- Biehler, R., Engel, J., & Frischemeier, D. (2023): *Stochastik: Leitidee Daten und Zufall*. In: R. Bruder, A. Büchter, H. Gasteiger, B. Schmidt-Thieme, H.-G. Weigand (Hrsg.): *Handbuch der Mathematikdidaktik*. 2. Auflage (S. 243–278). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-66604-3_8
- Birk, L. (2024a). *Kann man das so sagen? – Förderung kritischen Denkens zwischen Schlagzeile und Daten*. Grundschriftmagazin, 2024 (2).
- Birk, L. (2024b). *Von der Schlagzeile zu den Daten – Vorschlag einer Unterrichtseinheit für den Mathematikunterricht in der frühen Sekundarstufe zur Exploration von Daten mithilfe von CODAP*. *Stochastik in der Schule*, 44(3), 8–14.
- Bundesministerium Bildung, Wissenschaft und Forschung (2024). *Lehrplan der Volksschule*. <https://www.ris.bka.gv.at/Dokumente/Bundesnormen/NOR40263891/NOR40263891.pdf>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2021): *Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectories Approach*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003083528>
- Engel, J., & Ridgway, J. (2023). *Back to the Future - Rethinking the Purpose and Nature of Statistics Education*. In J. Ridgway (Ed.), *Statistics for empowerment and social engagement: Teaching Civic Statistics to develop informed citizens*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8>
- Friel, S.N., Curcio, F., & Bright, G.W. (2001): *Making sense of graphs: Critical factors influencing comprehension and instructional implications*. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 124–158.
- Frischemeier, D. (2018): *Statistisches Denken im Mathematikunterricht der Primarstufe mit digitalen Werkzeugen entwickeln: Über Lebendige Statistik und Datenkarten zur Software TinkerPlots*. In: B. Brandt, H. Dausend (Hrsg.): *Digitales Lernen in der Grundschule*. (S. 73–102). Waxmann.
- Frischemeier, D., & Kuzu, T. E. (2024). *Datenexploration mit Piktogramm-Datenkarten*. *Grundschriftmagazin*, 2024(2), 7-12.
- Frischemeier, D., & Biehler, R. (2024): *Daten-Spürnasen auf Spurensuche. Datenanalyse in der Grundschule mit digitalen Werkzeugen*. Klett-Kallmeyer.
- Frischemeier, D., & Biehler, R. (2025). *Förderung von statistischem Denken im Mathematikunterricht der Primarstufe: Bedeutsame Ideen und Förderungsmöglichkeiten*. *Stochastik in der Schule*, 45 (1), 22–33.

- Guimarães, G., & Oliveira, I. (2018): *How Kindergarten and elementary school students understand the concept of classification*. In: A. Leavy, M. Meletiou, E. Paparistodemou (Eds.): *Statistics in early childhood and primary education: Supporting early statistical and probabilistic thinking* (S. 129–146). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1044-7_8
- Holzäpfel, L., Prediger, S., Götze, D., Rösken-Winter, B., & Selter, C. (2024): *Qualitätsvoll Mathematik unterrichten: Fünf Prinzipien. mathematik lehren*, Heft 242, S. 2–9.
- Konold, C., & Higgins, T. L. (2003). *Reasoning about data*. In J. Kilpatrick, W. G. Martin & D. Schifter (Eds.). *A research companion to principles and standards for school mathematics* (pp. 193–215). National Council of Teachers of Mathematics.
- Leavy, A., Meletiou-Mavrotheris, M., & Paparistodemou, E. (2018): *Statistics in Early Childhood and Primary Education: Supporting Early Statistical and Probabilistic Thinking*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1044-7>
- Neubert, B. (2012): *Leitidee: Daten, Häufigkeit und Wahrscheinlichkeit: Aufgabenbeispiele und Impulse für die Grundschule*. Mildenerger.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999): *Statistical thinking in empirical enquiry*. *International Statistical Review*, 67(3), S. 223–248. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

Zur Autorin/Zum Autor

Lisa BIRK, wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Münster. Studium des Grundschullehramtes mit den Fächern Mathematik, Deutsch und Englisch. Aktuell tätig in der Ausbildung angehender Grundschulmathematiklehrkräfte und der Forschung zur Relevanz des Kontextwissens im Stochastikunterricht der Grundschule im Rahmen ihrer Promotion.

Daniel FRISCHEMEIER, Professor für Didaktik der Mathematik mit dem Schwerpunkt Primarstufe an der Universität Münster. Forschungsschwerpunkte sind die Entwicklung eines frühen statistischen Denkens, der Einsatz digitaler Werkzeuge im Mathematikunterricht der Primarstufe sowie Data Science Education.